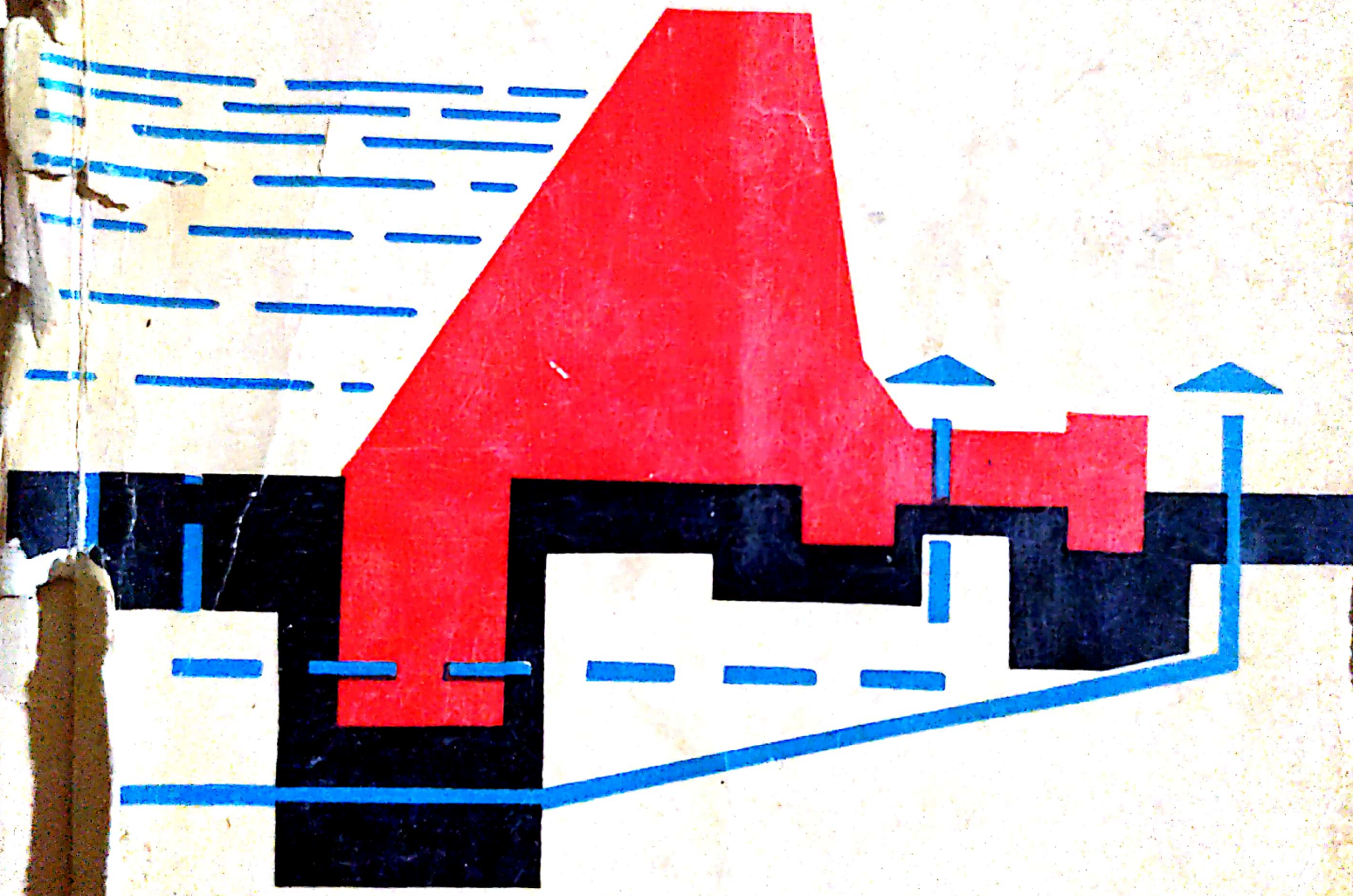
M. PAȘCU
V. STELEA



manual practic de geologie tehnică

Scanned with OKEN Scanner

Vor apărea:

L. CONSTANTINESCU ş. a.

PROSPECŢIUNEA GEOFIZICĂ A SUBSOLULUI

GR. RAILEANU, T. PLISCA
M. ONCESCU, N. GRIGORAŞ

GEOLOGIA ZĂCĂMINTELOR DE CĂRBUNI

Scanned with OKEN Scanner

Geolog MIRCEA PASCU ★ Ing. VIRGIL STELEA

Manual practic de geologie tehnică

EDITURA TEHNICĂ
BUCUREȘTI — 1963

Scanned with OKEN Scanner

In lucrare se face o scurtă prezentare a proprietăților fizico-mecanice ale rocilor, se fac unele considerații hidrologice, hidrogeologice și geomorfologice, precum și asupra proceselor geologice dinamice care influențează direct sau indirect asupra stabilității construcțiilor.

Se descrie apoi metodologia cercetărilor geologice tehnice, arătîndu-se lucrările care se execută în cadrul acestor cercetări și modul cum se întocmește un studiu geologic tehnic, în general, după care se trece la expunerea metodelor de cercetare propriu-zise, pentru fiecare problemă separat : roci folosite în industria materialelor de construcții, planuri de amenajare, baraje, alimentări cu apă, canale navigabile, ameliorații, drumuri, căi ferate, poduri, tuneluri și construcții diverse.

Lucrarea se încheie cu un capitol privind organizarea și planificarea lucrărilor de geologie tehnică.

Se adresează geologilor, inginerilor geologi și inginerilor constructori, precum și studenților de la facultățile de geologie.

Scanned with OKEN Scanner

Ustinsky

P R E F A Ț A

În țara noastră, cercetările sistematice de geologie tehnică și-au găsit aplicații abia în anii puterii populare, cînd opera de construire a socialismului a atras după sine un vast și variat program de construcții: baraje, planuri de amenajare hidrotehnică și alimentări cu apă, construcții de căi ferate prin zone greu accesibile, șosele, poduri, construcții industriale și civile etc.

Investițiile uriașe alocate de Partid și Guvern pentru aceste construcții, de mare importanță în economia noastră națională, impun o exigență sporită pentru realizarea lor în condiții calitative superioare și pentru exploatarea în condiții de maximă siguranță.

Pe lîngă munca de cercetare pentru asigurarea cu materiale naturale de construcție de bună calitate și în cantități suficiente, geologiei tehnice îi revine rolul de a efectua cercetări sistematice pentru cunoașterea amănunțită a condițiilor naturale ale terenurilor în care se amplasează aceste lucrări. În prezent, amplasarea construcțiilor nu se face fără o cunoaștere temeinică a condițiilor geologice, hidrogeologice și a proprietăților fizico-mecanice ale rocilor de fundație. În țara noastră nu a existat o facultate de geologie tehnică în care să se pregătească cadre special pentru acest domeniu al geologiei. Numeroasele construcții realizate în anii puterii populare au dus la necesitatea ca o serie de geologi să se specializeze în efectuarea acestor studii, însușindu-și cunoștințele tehnice specifice construcțiilor, direct din activitatea practică.

Literatura de specialitate apărută în acest domeniu în țara noastră a fost relativ sporadică și insuficient orientată spre aspectul practic al lucrărilor de geologie tehnică.

Prezenta lucrare, în care este expusă metodologia cercetărilor în geologie tehnică, constituie un îndrep-

Scanned with OKEN Scanner

tar în activitatea geologilor care lucrează în acest domeniu și inginerilor constructori. Succinta expunere a principalelor procese geologice, în prima parte a lucrării, și redarea unor elemente de construcție la începutul capitolelor care tratează cercetarea geologică tehnică pentru fiecare tip de construcție, a avut în vedere tocmai această dublă destinație.

La baza elaborării acestei lucrări a stat experiența practică personală de mai mulți ani și cele mai noi publicații apărute în acest domeniu.

AUTORII

Scanned with OKEN Scanner

Cap. I. CONSIDERAȚII GENERALE ASUPRA ROCILOR

Scoarța Pămîntului, la suprafața căreia se desfășoară cea mai mare parte a activității omenești, este constituită din roci. Condițiile diferite de geneză a acestora, ca și transformările suferite ulterior, în procesul de evoluție a scoarței, au determinat existența unui număr foarte mare de roci. Cu toate acestea, se constată că între anumite categorii de roci există trăsături comune. Ele se datoresc în special modului în care au luat naștere rocile respective. După criteriul genetic, rocile care iau parte la alcătuirea scoarței Pămîntului pot fi împărțite în trei mari categorii : eruptive, sedimentare și metamorfice.

Rocile eruptive au luat naștere prin consolidarea unor topituri magmatice, adică a unei soluții intratelurice de silicați.

Rocile sedimentare sînt depozite de substanțe cristaline sau amorfe, rezultate de pe urma proceselor de distrugere fizică sau chimică a scoarței și a activității vieții.

Rocile metamorfice s-au format din rocile preexistente, sedimentare sau eruptive, care datorită unor cauze interne, au suferit schimbări mari.

La suprafața scoarței, 70% din roci sînt sedimentare, 20% eruptive, iar 10% metamorfice.

Fiecare din aceste categorii se poate la rîndul ei subdivide în clase, grupe și tipuri de roci (vezi anexele 1, 2 și 3), între ele existînd deseori treceri gradate. Unele tipuri de roci au o răspîndire mai mare, altele apar mai rar, sau chiar accidental.

Pentru cunoașterea și definirea unei roci este necesar să fie cercetate proprietățile mineralogice (compoziție mineralogică, structură, textură etc.), fizice (duritate, culoare, luciu, spărtură, clivaj, gust, miros, greutate specifică etc.), chimice (compoziție chimică, reacția cu acidul clorhidric sau alți reactivi etc.).

In geologia tehnică, în afara caracteristicilor de mai sus este necesară cunoașterea mai în amănunt a stării fizice a unei roci, precum și determinarea proprietăților ei mecanice, deoarece pe rocile cercetate, se realizează de obicei o construcție.

Scanned with OKEN Scanner

Proprietățile mecanice ale unei roci exprimă modul în care se comportă aceasta atunci cînd este supusă la eforturi mecanice. De obicei, pentru încercările mecanice rocile sînt supuse la eforturi corespunzătoare celor la care vor fi solicitate prin realizarea construcției. Rezultatele încercărilor mecanice permit cunoașterea rezistenței rocii la eforturi mecanice. (Prin rezistența rocii se înțelege proprietatea acesteia de a se opune la acțiuni mecanice care tind să o deformeze).

Proprietățile fizice ale rocilor ce trebuie cercetate în geologia tehnică :

Greutatea specifică (γ_s, în g/cm³), adică greutatea scheletului de material solid, fără goluri. În geologia tehnică greutatea specifică este necesară pentru determinarea altor indici.

În mod obișnuit se admite că pentru nisipuri $\gamma_s = 2{,}65$ gf/cm³, pentru prafuri $\gamma_s = 2{,}70$ gf/cm³, iar pentru argile $\gamma_s = 2{,}73$ g/cm³.

Porozitatea rocilor (n) caracterizată prin unul din următorii indici :

— volumul porilor (n), adică raportul dintre volumul de goluri (V_g) și volumul total al materialului (V_t):

$$n = \frac{V_g}{V_t};$$

obișnuit volumul porilor (n) se exprimă în procente :

$$n^0/_0 = \frac{V_g}{V_t} 100;$$

— indicele porilor (ε), adică raportul dintre volumul de goluri (V_g) și volumul scheletului solid (V_s):

$$\varepsilon = \frac{V_g}{V_s} \quad \text{sau} \quad \varepsilon = \frac{n}{1-n}.$$

Permeabilitatea (K) este proprietatea unei roci de a permite să circule apa prin golurile sau porii ei.

Ea depinde de numeroși factori : mărimea porilor sau golurilor, natura chimică a rocii, uniformitatea granulelor, calitatea apei, temperatura ei, presiune etc.

Permeabilitatea se exprimă prin coeficientul de permeabilitate, care reprezintă cantitatea de apă scursă în unitatea de timp, prin unitatea de suprafață, considerată perpendicular pe direcția curentului de apă, la o anumită temperatură și presiune. Ea poate fi exprimată și prin viteza de pătrundere a apei în roci în anumite condiții de presiune și temperatură ; K se exprimă în cm/s.

Scanned with OKEN Scanner

Gradul de îndesare (D) și *capacitatea de îndesare* (C) (proprii nisipurilor) sînt determinate de indicele porilor în stare naturală ε, indicele porilor în starea cea mai afînată ε_{max} și de indicele porilor în starea cea mai îndesată ε_{min}

$$D = \frac{\varepsilon_{max} - \varepsilon}{\varepsilon_{max} - \varepsilon_{min}}$$

$$C = \frac{\varepsilon_{max} - \varepsilon_{min}}{\varepsilon_{min}}.$$

Umiditatea naturală (W_n) a terenului se definește ca raportul dintre greutatea apei conținută în pori și greutatea materialului solid și se exprimă în procente :

$$W\% = \frac{G_a}{G_s} \cdot 100$$

unde : G_a este greutatea apei din pori, în g ;

G_s — greutatea materialului solid, în g.

Gradul de umiditate (S) este raportul dintre indicele porilor umpluți cu apă ε_a și indicele total al porilor

$$S = \frac{\varepsilon_a}{\varepsilon}, \quad \text{sau în final} \quad S = \frac{\gamma_s}{\varepsilon \gamma_a} \cdot \frac{W}{100}.$$

Greutatea specifică aparentă (volumetrică). Prin greutatea specifică aparentă a unei roci se înțelege greutatea unității de volum, inclusiv apa din pori.

— Pentru pămîntul uscat, $\gamma_l = (1-n)\gamma_s$.

— Pentru pămîntul saturat, $\gamma_{sat} = (1-n)\gamma_s + n\gamma_a$.

— Pentru pămîntul saturat sub apă $\gamma_v = (1-n)(\gamma_s - \gamma_a)$.

— Pentru pămîntul nesaturat avînd o umiditate W,

— $\gamma_v = (1-n)\gamma_s \left(1 + \frac{W}{100}\right)$.

Consistența. Indicele de plasticitate. Consistența este determinată de cantitatea mai mare sau mai mică de apă conținută în roci. După Atterberg, consistența este caracterizată prin următoarele două limite :

— limita de curgere (limită inferioară a curgerii); aceasta corespunde unei umidități, care, dacă este depășită, chiar într-o măsură mică, face ca pămîntul să treacă în stare curgătoare ;

— limita de plasticitate (limită de frămîntare) corespunde umidității pămîntului, prin micșorarea căreia chiar în mică măsură, pasta plastică se fărămițează, adică încetează de a mai fi plastică.

Dacă se notează cu W_m umiditatea corespunzătoare limitei de curgere și cu W_p umiditatea corespunzătoare limitei de plasticitate (de frămîntare), diferența dintre limitele indicate, exprimată în procente, se numește — *indice de plasticitate* (I_p):

$$I_p = W_m - W_p$$

Indicele de consistență,

$$I_c = \frac{W_m - W}{I_p}.$$

Granulometria este analiza mecanică a unei roci, în scopul determinării distribuției procentuale a granulelor, după mărimea lor.

Rezultatele unei analize granulometrice sînt exprimate printr-o curbă, numită *curba granulometrică*. Pe ordonata acestei curbe se trec diametrele particulelor în mm, iar pe abscisă procentul de o anumită fracțiune (în greutate) din masa totală a rocii.

Conductibilitatea termică este proprietatea unor corpuri de a fi sediul unui flux de căldură sub acțiunea unei diferențe de temperatură. Ea se exprimă prin *coeficientul de conductibilitate termică*, care în cazul rocilor este mărimea ce exprimă cantitatea de căldură ce trece, în regim permanent, prin unitatea de arie a suprafeței unui strat de unitate de grosime, cînd diferența de temperatură măsurată pe normala la suprafața considerată este de un grad.

Unitatea de măsură este W/m grad sau K cal/m · S · cal.

In afara acestor proprietăți fizice ale rocilor, s-a arătat mai înainte că în cercetările de geologie tehnică este necesar să fie determinate și proprietățile mecanice ale rocilor și anume:

Rezistența la compresiune. Prin compresiune se înțelege micșorarea volumului unui corp (de rocă), ca rezultat al micșorării spațiilor lui intermoleculare, sub acțiunea unei forțe exterioare. Ea se exprimă prin coeficientul de compresiune (P).

$$P = \frac{V_1}{V} 100$$

unde V este volumul inițial, iar V_1 volumul rezultat după compresiune.

De obicei, compresiunea se manifestă pînă în momentul în care roca nu mai poate rezista forțelor mecanice ce se exercită asupra ei, și cedează, adică se rupe. Valoarea compresiunii în acel moment interesează în mod deosebit și se definește prin coeficientul de rupere (R_c).

$$R_c = \frac{P \text{ (sarcina de rupere)}}{A \text{ (suprafața probei)}} = \text{kgf/cm}^2$$

Scanned with OKEN Scanner

Rezistența la întindere. Prin întindere se înțelege starea de solicitare a unui corp sub acțiunea a două forțe egale, care lucrează în sensuri opuse de-a lungul aceleiași direcții și care tind să-și depărteze punctele de aplicație. Rezistența la întindere se exprimă prin *coeficientul de întindere* care reprezintă valoarea raportului kgf/cm² pentru o rocă, în anumite condiții date de cerințele construcției.

Rezistența la încovoiere. Prin încovoiere se înțelege starea de solicitare a unui corp care suferă, în fiecare secțiune, acțiunea unui moment încovoietor.

Rezistența la încovoiere reprezintă opoziția rocei la acțiunea de încovoiere și se exprimă în kgf/cm².

Rezistența la forfecare (tăiere) φ. Prin forfecare se înțelege starea de solicitare în secțiune a unui corp, datorită forțelor interioare tangențiale care tind să provoace o alunecare a secțiunii peste secțiunea vecină. Se exprimă în kgf/cm².

Coeziunea este proprietatea rocilor de a putea prelua tensiuni de întindere sau de tăiere, datorită forțelor de legătură dintre particulele sau agregatele de particule minerale (C).

Rezistența la șoc. Prin șoc se înțelege fenomenul de intrare în contact a două corpuri, dintre care cel puțin unul este în mișcare.

Rezistența la șoc se determină cu relația :

$$R_c = \frac{G \sum_i}{V}$$

în care G este greutatea sarcinii ce produce șocul, $\sum_i$, este suma șocurilor pînă la distrugerea (fărămițarea) rocii, iar V este volumul probei.

Gelivitatea este proprietatea unei roci de a se degrada cînd este supusă la variații repetate de temperatură prin îngheț și dezgheț. Ea se exprimă prin coeficientul de gelivitate, care reprezintă raportul dintre volumul inițial al probei de rocă și volumul rezultat prin înghețări și dezgheță succesive înmulțit cu 100.

Toate aceste încercări pentru determinarea proprietăților fizico-mecanice ale rocilor se fac pe probe păstrate în condiții cît mai apropiate de cele naturale.

Cunoașterea proprietăților fizico-mecanice a rocilor, permite gruparea acestora în categorii cu calități asemănătoare, fiind posibilă astfel întocmirea de clasificări geologice tehnice. În anexa nr. 4 este prezentată clasificarea geologică tehnică a rocilor făcută de Prof. F. P. Savarenski.

Scanned with OKEN Scanner

Cap. II. CONSIDERAȚII HIDROLOGICE ȘI HIDROGEOLOGICE

Hidrologia este știința care se ocupă cu studiul apelor de pe suprafața pămîntului. Principalele ramuri ale hidrologiei sînt *hidrografia* și *hidrometria*.

Hidrografia se ocupă cu studiul unităților hidrografice formate de apele de suprafață din punct de vedere calitativ și cantitativ, precum și din punct de vedere al așezării, limitelor, dimensiunilor, regimului hidrologic, condițiilor locale, particularităților morfologice și importanței lor economice.

Hidrometria se ocupă cu elaborarea metodelor și efectuarea lucrărilor, în vederea determinării cantitative a diferitelor elemente care caracterizează regimul cursurilor de apă, al apelor stătătoare etc., precum și cu sistematizarea rezultatelor acestor determinări.

Rețeaua fluvială. Apa de precipitație care cade la suprafața pămîntului, se adună în rețele hidrografice formate din torenți, pîraie și fluvii.

Dezvoltarea unei rețele hidrografice variază în funcție de particularitățile specifice ale regiunii; densitatea rețelei este în funcție de porozitatea rocilor, energia reliefului, vegetație și de vîrsta continentală a teritoriilor.

În zonele de subsidență, de regulă, densitatea rețelei hidrografice este mare și văile sînt convergente. În regiunile de șes cu precipitații reduse densitatea este mică; ea crește în regiunile muntoase cu regim normal de precipitații și descrește în regiunile înalte cu regim de alimentație nivală, unde perioadele de îngheț sînt îndelungate.

Regiunile carstice sînt zone care fac excepție de la regula generală, deoarece în cuprinsul lor se formează o rețea de canale subterane, care absorb apa de șiroire (Pădurea Craiului, Platforma Mehedințului etc.).

Forma rețelei hidrografice este influențată de structura regiunii și de caracteristicile rocii, care determină liniile generale ale reliefului. După modul de asociere a diferitelor ramuri care le compun, se disting următoarele tipuri de rețele hidrografice (fig. 1):

a) rețea dendritică sau arborescentă, dezvoltată în special pe roci omogene;

b) rețea în gratii, dezvoltată în special pe structurile cutate;

c) rețea radiară (convergentă sau divergentă), caracteristică în special pentru regiunile vulcanice și bazine;

Scanned with OKEN Scanner

d) rețea paralelă, dezvoltată în depozite mai mult sau mai puțin omogene și în general slab coezive ;

e) rețea inelară, caracteristică pentru structurile în dom ;

f) rețea rectangulară, caracteristică în special pentru zone cu structuri faliate.

Rîurile se alimentează din precipitațiile de la suprafață (ploi, zăpezi) și din surse subterane. Sursele superficiale (ploi,

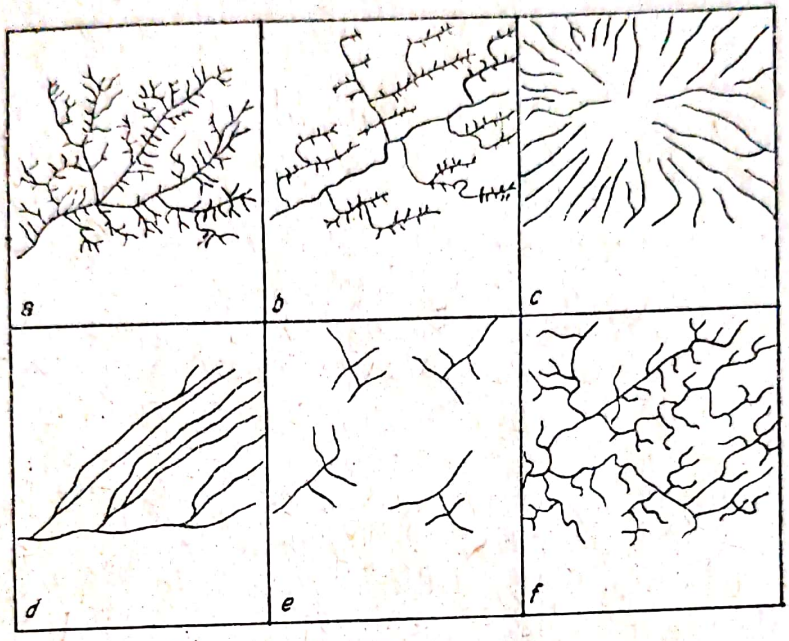


Fig. 1. Tipuri de rețele hidrografice :
a – dendritică ; *b* – rețea în gratii ; *c* – rețea radiară ; *d* – rețea paralelă ; *e* – rețea inelară ; *f* – rețea rectangulară.

zăpezi) sînt foarte variabile ; cele subterane sînt mult mai constante și influențează scurgerea mai mult în perioada dintre viituri.

Regimul hidrologic al unui rîu este determinat de predominanța uneia din aceste surse.

Pe teritoriul țării noastre s-au separat următoarele zone hidrologice : o zonă muntoasă superioară (de la 1500—1600 m în sus), în care predomină alimentarea din zăpezi, o zonă mediană (între 200 și 1600 m), în care predomină alimentarea din ploi, și o zonă inferioară (sub 200 m), în care predomină alimentarea din zăpezi.

Alimentarea subterană are o zonalitate verticală destul de accentuată :

— în regiunile de șes reprezintă 5—15% din scurgerea medie anuală ;

— în regiunile de deal reprezintă 20—25% din scurgerea medie anuală ;

Scanned with OKEN Scanner

— în regiunile de munte reprezintă 40% din scurgerea medie anuală.

Prin *scurgere medie* se înțelege valoarea în milimetri (grosime) a stratului scurgerii, sau cantitatea de apă scursă de pe o unitate de suprafață într-o unitate de timp (lună, an). Raportul între volumul scurgerii și cantitatea de precipitații se numește *coeficient de scurgere*.

Factorii cei mai importanți care influențează scurgerea sînt: clima, relieful, solul, condițiile geologice, vegetația și activitatea omului.

Scurgerea medie este un indicator al bogăției resurselor de apă. Există o zonalitate verticală a scurgerii medii și anume, aceasta crește către regiunile muntoase, datorită factorilor fizico-geografici. În R.P.R. scurgerea medie începe să descrească la altitudini de peste 1200—1600 m.

Condițiile climatice determină o zonalitate teritorială a scurgerii și anume, aceasta este mai mare în regiunile umede și mai mică în regiunile aride. În R.P.R. se remarcă pentru aceleași altitudini o descreștere a scurgerii de la vest către est.

Scurgerea medie anuală variază în funcție de cantitatea anuală de precipitații, de pierderile prin evaporare, și de procesele de acumulare și consum din rezervoarele rîurilor.

Lacurile. Geneza lacurilor este strîns legată de unitatea de relief în care acestea se găsesc. În regiunile de cîmpie, unde eroziunea este redusă, deflația, tasarea și sufozia au un rol determinant în formarea lacurilor.

În Cîmpia Romînă sînt răspîndite lacurile de sufoziune și tasare, în general fără scurgere, care nu se alimentează din ape subterane, din care cauză în anotimpul secetos seacă (lacurile Ianca, Plopul, Iazul).

Moștiștile sînt lacuri formate prin acțiunea combinată a eroziunii cursurilor de apă locale, sufoziune și captarea prin eroziune regresivă a crovurilor. Ele se prezintă sub forma unor depresiuni alungite, înșirate pe un curs de apă.

În lungul Dunării se găsesc numeroase lacuri de luncă, formate în brațele părăsite.

Zonele de platformă fragmentate din podișul Moldovei și cîmpia Transilvaniei sînt favorabile alunecărilor, care duc la bararea cursurilor de apă și la formarea lacurilor de baraj natural.

Regiunile piemontane sînt, în general, nefavorabile formării lacurilor, datorită rapidității cu care înaintează eroziunea liniară, infiltrațiilor în depozitele friabile și absenței proceselor de pantă.

Scanned with OKEN Scanner

În regiunile de munte, eroziunea puternică și debitele bogate duc la dispariția rapidă a lacurilor de vale. Acestea se păstrează numai în cazul unor rupturi de pantă și prăbușiri puternice, care duc la bararea cursului de apă (Lacul Roșu).

În regiunile montane de mare altitudine, în căldările glaciare și în urma pragurilor de pe văile glaciare se pot forma numeroase lacuri. În R.P.R. astfel de lacuri se cunosc în masivele Făgăraș, Retezat, Godeanu, Rodna.

În regiunile carstice, în special în stadiul de maturitate înaintată și bătrînețe, se formează lacuri pe fundul dolinelor, poljelor etc.

În zona cutelor diapire, masivele și exploatările de sare sînt favorabile formării lacurilor, datorită solubilității mari a sării (lacurile din regiunea Sovata-Praid); lacuri de prăbușire s-au format deasupra unor vechi exploatări la Ocna Sibiului, Telega (Cîmpina) și Tg. Ocna.

Lacurile sînt alimentate de apele de suprafață din bazinele de recepție, din rîurile învecinate prin canale artificiale sau naturale, din apele de revărsare, în zonele de luncă și din pînzele de apă subterană.

Regimul hidrologic al lacurilor este strîns legat de regimul climatic al zonei în care se găsesc, regim care determină raportul între evaporație și precipitațiile medii.

Variația volumului apei din lacuri este legată de regimul de alimentare și pierderi. Volumul de apă din lacurile fără scurgere depinde de raportul dintre precipitații și evaporație, umplerea maximă avînd loc primăvara, înainte de anotimpul secetos.

Lacurile cu scurgere pot suferi variațiile afluenților. Ele regularizează debitele, în funcție de raportul dintre volumul scurgerii și volumul lacului.

Hidrogeologia este știința care se ocupă cu studiul apelor subterane. Ea studiază proveniența, starea de agregare, condițiile în care se găsesc în scoarță apele subterane, compoziția și proprietățile ei fizico-chimice, comportarea rocilor la acțiunea acestor ape și legile mișcării lor (hidrodinamica subterană, hidraulica apelor subterane), condițiile de captare etc.

Importanța studiilor hidrogeologice este legată de folosirea apei pentru alimentarea cu apă potabilă și industrială a centrelor populate și industriale, a rezolvării unor probleme de inundare a minelor, construcții hidrotehnice sau în scopuri terapeutice.

Originea și clasificarea apelor subterane. Cea mai mare parte din apele subterane provin din infiltrația apelor meteorice în interiorul pămîntului. O parte din apele subterane provin din condensarea vaporilor conținuți în aer. Aerul încărcat cu vapori,

Scanned with OKEN Scanner

pătrunzînd prin pori și fisuri, în interiorul scoarței, unde temperatura este mai scăzută, se condensează formînd *apele de condensare internă.*

Atît apele meteorice cît și apele de condensare internă dau naștere, în interiorul scoarței, *apelor vadoase.*

Prin cedarea apei de constituție, în urma fenomenelor de metamorfism se formează *ape de deshidratare,* iar prin condensarea la mari adîncimi a vaporilor degajați de magmă, se formează *apele juvenile.*

Apele subterane pot avea și o origine organică, cum este cazul apelor de zăcămînt (veterice).

Apele juvenile, care au o temperatură ridicată și un grad de mineralizație pronunțat, venind din adîncime, se amestecă (în zonele superficiale) cu apele vadoase, pe care le antrenează la suprafață și ies sub formă de izvoare termale.

Apele subterane se clasifică după geneză (ape de infiltrație, de condensare internă, veterice și juvenile), după compoziția chimică (dulci, sărate etc.), după proprietățile hidraulice (libere și sub presiune), după poziția lor față de stratele impermeabile (libere, captive, suspendate), după structura zonei în care se cantonează (ape din strate orizontale, cutate, faliate) etc.

Permeabilitatea rocilor. Proprietatea unei roci de a permite trecerea apei se numește *permeabilitate.* Permeabilitatea depinde de porozitatea și gradul de fisurare al rocii.

Porozitatea este reprezentată de volumul porilor și golurilor dintr-o unitate de volum de rocă ; ea depinde de forma și așezarea granulelor din care este formată roca (fig. 2), de gradul lor de neuniformitate, de cimentarea și presiunea (îndesarea) la care a fost supusă roca după depunere.

După dimensiuni, porii se împart în pori supracapilari (cu diametrul mai mare de 0,508 mm), pori capilari (0,508—0,0002 mm), pori subcapilari (sub 0,0002 mm).

S-a observat că unele roci cu porozitate mare, cum sînt marnele, argilele, creta etc., sînt puțin sau de loc permeabile, întrucît din cauza dimensiunilor extrem de reduse ale porilor apa este reținută de forțele capilare, formînd apa capilară și apa peliculară.

După gradul de permeabilitate, rocile se împart în :

— roci permeabile în mare ;

— roci permeabile în mic ;

După porozitate, rocile se împart în :

— roci poroase, cu pori supracapilari, denumite acvifere, în care apa circulă ușor ;

— roci poroase, cu pori capilari și subcapilari, denumite acvicude, în care apa circulă numai sub presiune ;

Scanned with OKEN Scanner

— roci compacte sau acvifuge, a căror structură nu permite circulația apei (acestea pot deveni permeabile prin fisurare sau prin fenomene de dizolvare).

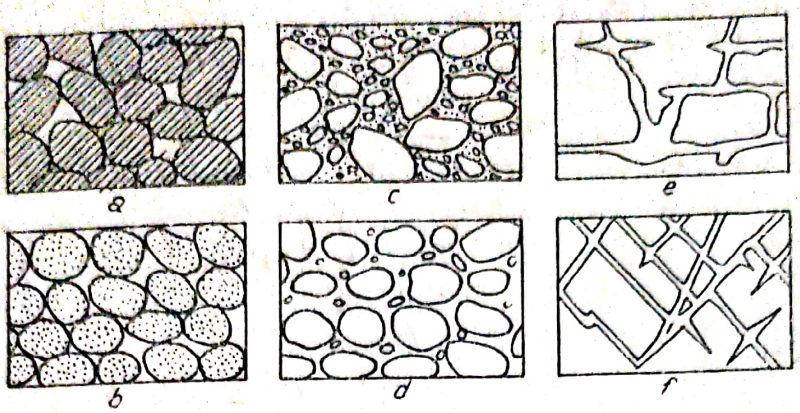


Fig. 2. Porozitatea rocilor :

a – rocă cu porozitatea mare ; *b* – rocă cu porozitate foarte mare (granule poroase) ; *c* – rocă cu porozitate redusă ; *d* – rocă cu porozitate mică datorită cimentului ; *e* – rocă compactă, poroasă prin dizolvare ; *f* – rocă compactă, poroasă prin fisurare.

Apa se găsește în roci sub următoarele forme :

— legată chimic în compoziția mineralelor : apa zeolitică, apa de cristalizare, apa de constituție ;

— sub formă de pelicule care învelesc particulele solide. Stratul de apă care învelește particula solidă poartă denumirea de strat adsorbit ; în acesta se distinge apa legată direct de particula solidă, apa higroscopică și apa peliculară, care poate fi slab sau strîns legată de particulă (fig. 3);

— apă liberă sau gravitațională, care circulă prin pori și crăpături sub acțiunea gravitației, a presiunilor hidrostatice și hidrodinamice ;

— apă capilară, care se găsește deasupra nivelului apei subterane și circulă prin porii rocilor sub acțiunea forței capilare și tensiunii superficiale ce se exercită la suprafața de contact a apei cu aerul din pori.

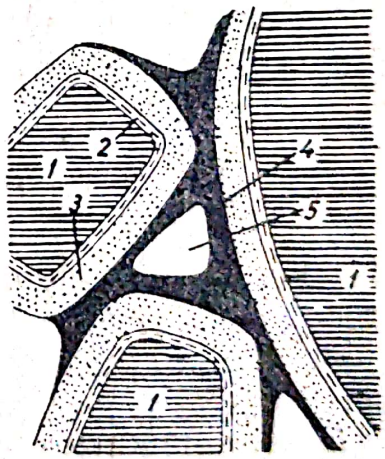


Fig. 3. Apa la contactul granulelor de rocă :

1 – granule ; *2* – apă higroscopică ; *3* – apă peliculară ; *4* – apă gravitațională ; *5* – pori.

Impărțirea terenului în funcție de gradul de saturație cu apă. Apele care pătrund în sol sub acțiunea gravitației se infiltrează pînă la un strat impermabil, sau pînă în zona în care presiunea litostatică fiind mare oprește circulația apei. Se formează o zonă de saturație în care rocile sînt saturate cu apă.

Scanned with OKEN Scanner

Nivelul pînă la care se ridică apa în această zonă formează nivelul *freatic* sau *nivelul apelor subterane* (fig. 4).

De la nivelul apelor subterane pînă la suprafața solului se află *zona de saturație incompletă* sau de *aerație*. Porii rocilor din această zonă conțin mult aer, apa fiind menținută numai în porii capilari și subcapilari prin forța capilară.

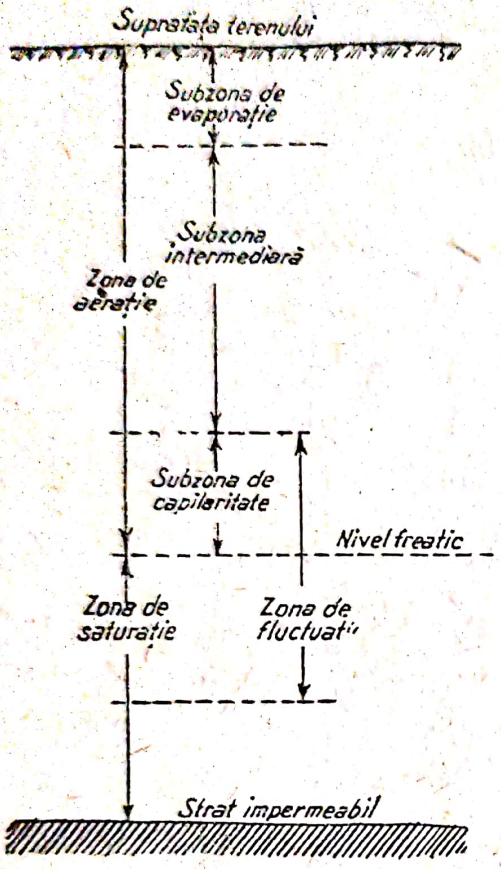


Fig. 4. Zonele de saturație în apă ale terenului.

La limita dintre zona de saturație și zona de aerație se găsește o *zonă de fluctuație*, în cuprinsul căreia variază nivelul apelor subterane.

În zona de aerație, deasupra nivelului apelor subterane se găsește subzona de capilaritate, reprezentată prin porțiunea de roci umede, în care apa se ridică datorită forțelor capilare; porțiunea care se găsește în contact direct cu atmosfera se numește *subzonă de evaporare*. Evaporarea are loc chiar la suprafața solului sau prin porii rocii. În perioadele de secetă, apa migrează prin capilaritate din zonele mai adînci către subzona de evaporație.

Vegetația extrage și ea o parte din apă, pe care o pierde în atmosferă prin transpirație. Activitatea vegetației se face simțită pînă la 15—18 m, în adîncime.

Fenomenele chimice de la partea superioară a scoarței terestre depind, în mare măsură, de nivelul la care se găsește apa subterană. În zona de oxidație sau alterație, corespunzătoare zonei de aerație, se manifestă puternic fenomenele chimice (dizolvare, descompunere și dezagregare, datorite CO_2 și O). Zona de cimentație este situată sub nivelul apelor subterane, pînă la adîncimea limită de pătrundere a apelor. În această zonă, rocile au o culoare verzuie-albăstruie, datorită sulfurilor și silicaților de fier neoxidați.

Strate purtătoare de apă subterană. Sub acțiunea gravitației, apa de infiltrație pătrunde în interiorul scoarței pînă ajunge la un strat impermeabil, deasupra căruia se acumulează în stratele permeabile. După modul cum sînt așezate, se disting două tipuri principale de strate acvifere: libere și captive.

Stratele acvifere libere sînt delimitate de un singur strat impermeabil, pe care se formează ; alimentarea acestor strate se face pe aria corespunzătoare extinderii lor. Nivelul pînă la care se ridică apa în stratele acvifere libere urmărește, în linii

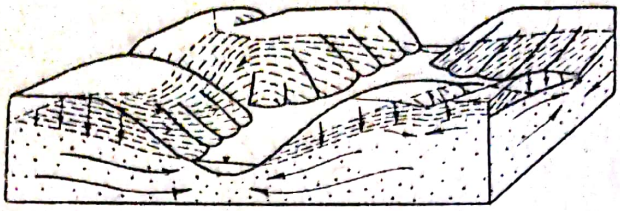


Fig. 5. Relațiile dintre relief și apa subterană.

generale, formele de relief (fig. 5), suferind abateri în zonele faliate, în vecinătatea unor intruziuni eruptive, în zonele în care se găsesc rezervoare de apă (mări, lacuri etc.).

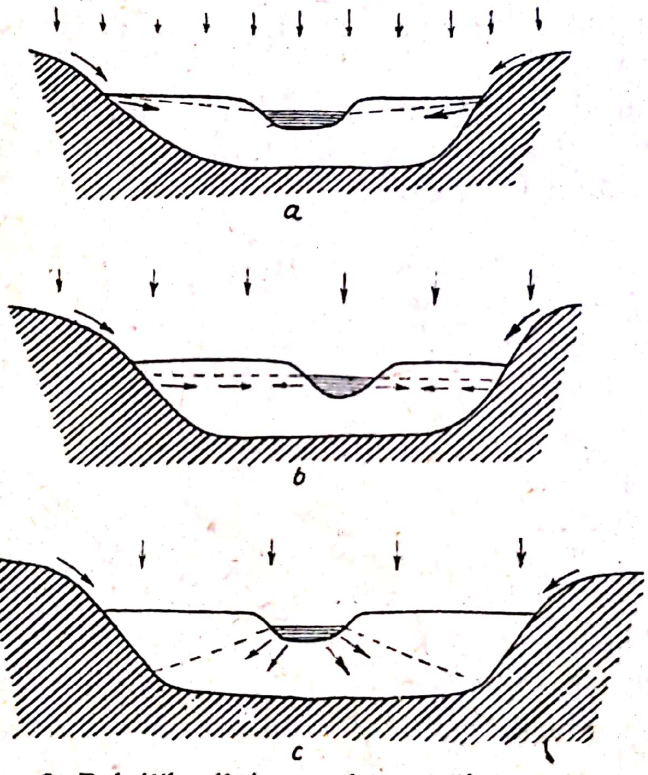


Fig. 6. Relațiile dintre apele curgătoare și apa din aluviuni :

a — nivel acvifer situat la un nivel superior față de apa rîului ; *b* — nivel acvifer situat la același nivel cu apa rîului ; *c* — nivel acvifer situat sub nivelul apei din rîu.

După rocile în care se găsesc, se disting :

1. *Strate acvifere libere în depozite aluvionare.* În aceste strate, între nivelul apei din strat și apa rîurilor, pot exista următoarele relații (fig. 6):

Scanned with OKEN Scanner

— nivelul apei din strat este deasupra nivelului rîului ; în acest caz, stratul acvifer alimentează rîul (fig. 6, *a*);

— nivelul apei din strat este egal cu al rîului ; în acest caz stratul acvifer și rîul se alimentează reciproc, în funcție de variațiile nivelului rîului (fig. 6, *b*);

— nivelul apei din strat este la un nivel inferior ; stratul acvifer se alimentează din rîu (fig. 6, *c*);

— pe un mal rîul primește apă din stratul acvifer situat la un nivel superior ; pe malul opus cedează apa stratului acvifer situat la un nivel inferior.

Rezervele mari de apă din stratele acvifere din depozitele aluvionare ce stau în strînsă relație cu apa rîurilor sînt importante surse de alimentare cu apă.

2. *Strate acvifere libere la baza teraselor rîurilor.* În cazul cînd la baza terasei se găsește un strat impermeabil, stratul acvifer se alimentează din apa rîului și apele de infiltrație de pe versant.

În cazul cînd terasa este formată pe un strat permeabil, stratul acvifer se poate alimenta din fundament sau poate ceda apa rocii din fundament (fig. 7).

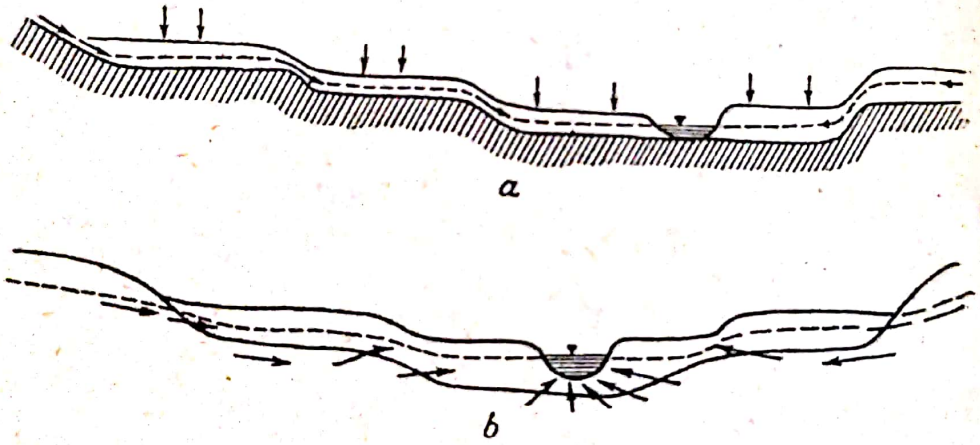


Fig. 7. Strate acvifere situate la baza teraselor :
a — cu fundament impermeabil ; *b* — cu fundament permeabil.

3. *Strate acvifere libere în conurile de dejecție.* Conurile de dejecție pot conține atît strate acvifere libere, cît și captive, datorită neomogenității materialului.

Stratele acvifere libere se alimentează prin partea superioară a conului (zona de admisie) și constituie în general o sursă bună de alimentare cu apă.

4. *Strate acvifere libere la baza loessului.* Loessurile, prin structura lor macroporică și numeroasele crăpături verticale, per-

Scanned with OKEN Scanner

mit infiltrația lentă a apelor din precipitații. Cînd la baza loessului există un orizont de argilă, se poate forma un strat acvifer liber.

5. *Nivele acvifere în roci compacte cu fisuri mici și strîmte.* În asemenea roci (roci eruptive, roci metamorfice) nu există strate acvifere propriu-zise. Apa circulă discontinuu prin fisuri și falii ; pe falii se pot forma izvoare puternice.

6. *Nivele acvifere în rocile compacte cu fisuri largi și profunde.* Din această categorie de roci fac parte : gipsul, sarea și în special calcarele.

Este bine cunoscut cazul calcarelor, în care apa se infiltrează de-a lungul fisurilor, faliilor, planelor de stratificație, creînd goluri prin dizolvare. Cu cît suprafața regiunii calcaroase este mai mare, cu atît domeniul de alimentare a apelor subterane este mai vast și deci rețeaua carstică mai extinsă.

În carst nu există de fapt nivele acvifere, ci o rețea subterană asemănătoare celei de suprafață, cu cursuri de apă, lacuri etc.

7. *Strate acvifere libere la marginea mării* (fig. 8). S-a observat că apele marine se infiltrează în rocile care formează uscatul, urmînd un drum orizontal, iar cele dulci, provenite din precipitații, se infiltrează vertical, de sus în jos. Stratul acvifer de apă dulce ia forma unei lentile așezate peste stratul acvifer marin. Adîncimea la care coboară apa dulce este condiționată de precipitațiile atmosferice (deci de cantitatea ei) și de permeabilitatea rocii.

Strate acvifere captive sînt stratele acvifere cuprinse între două strate de roci impermeabile. În ele, apa se găsește în general sub presiune. Valoarea presiunii apei din stratele acvifere captive este în funcție de diferența de nivel dintre domeniul de alimentare și punctul în care se face măsurătoarea.

Stratele acvifere captive se pot împărți în mai multe categorii :

1. *Strate acvifere captive, avînd o zonă de admisie* și o *zonă de descărcare* (fig. 9):

— cînd nivelul piezometric este, pe toată întinderea stratului captiv, sub nivelul solului, apa va avea un caracter ascensional (fig. 10);

— cînd anumite puncte ale suprafeței solului sînt sub nivelul piezometric, apa are caracter artezian ; în aceste puncte se pot săpa puțuri arteziene (fig. 11).

2. *Strate acvifere captive fără descărcare.* Aceste strate acvifere se găsesc fie în strate laminate (fig. 12) fie în zone faliate, cînd falia care intersectează stratul acvifer formează un prag (fig. 13). Strate acvifere captive fără zonă de descărcare pot lua

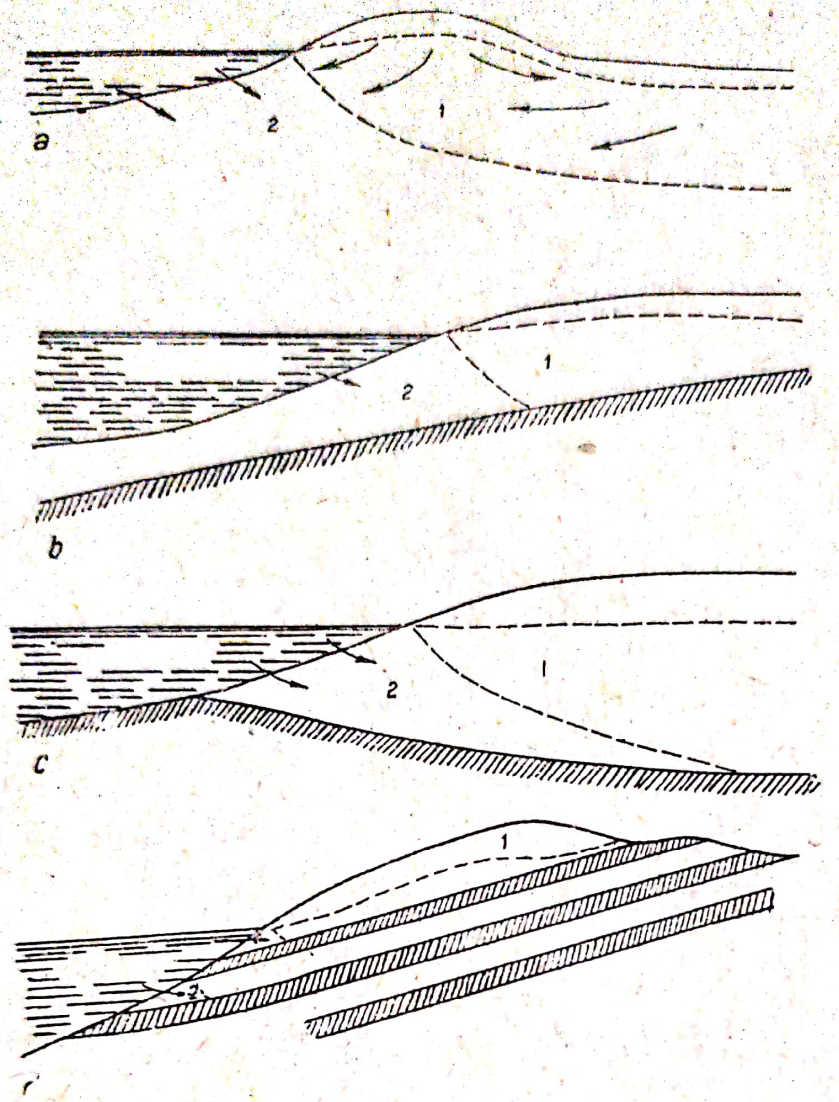


Fig. 8. Relațiile dintre apa mării și apa dulce :

a – într-o regiune de dune ; *b* – cînd stratul impermeabil înclină spre mare ; *c* – cînd stratul impermeabil înclină spre uscat ; *d* – cînd stratele acvifere permeabile alternează cu cele impermeabile ; *1* – apă dulce ; *2* – apă marină.

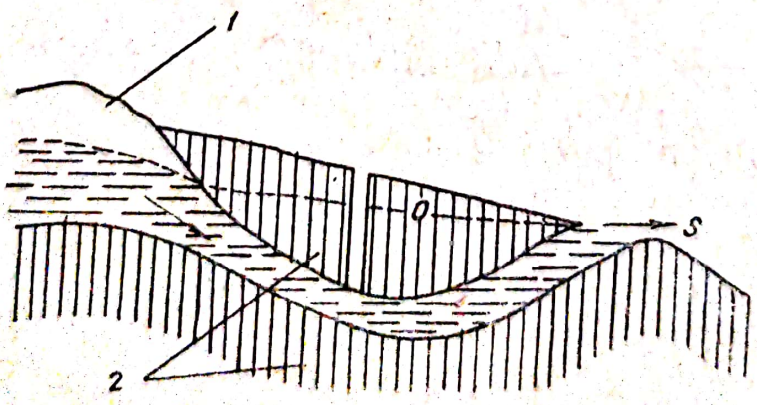


Fig. 9. Apă subterană captivă :

1 – strat permeabil (zona de admisie) ; *2* – strate impermeabile ; *S* – zona de descărcare.

Scanned with OKEN Scanner

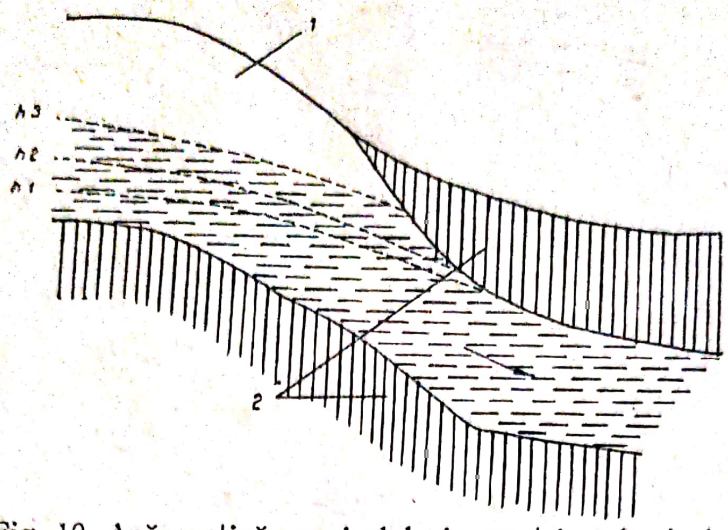


Fig. 10. Apă captivă cu nivelul piezometric sub nivelul solului :

1 – strat permeabil ; *2* – strat impermeabil.

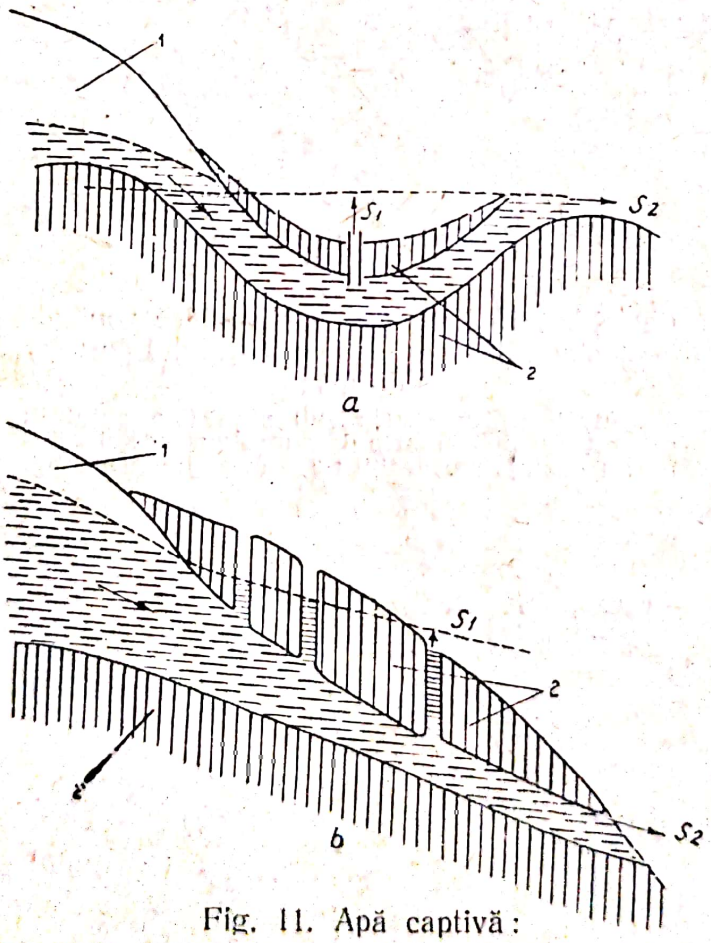


Fig. 11. Apă captivă :

a – cu nivelul piezometric deasupra solului ; *b* – cu nivel piezometric ; deasupra şi dedesuptul solului ; S_1 – izvor artezian ; S_2 – izvoare de emergenţă ; *1* – strat permeabil ; *2* – strat impermeabil.

Scanned with OKEN Scanner

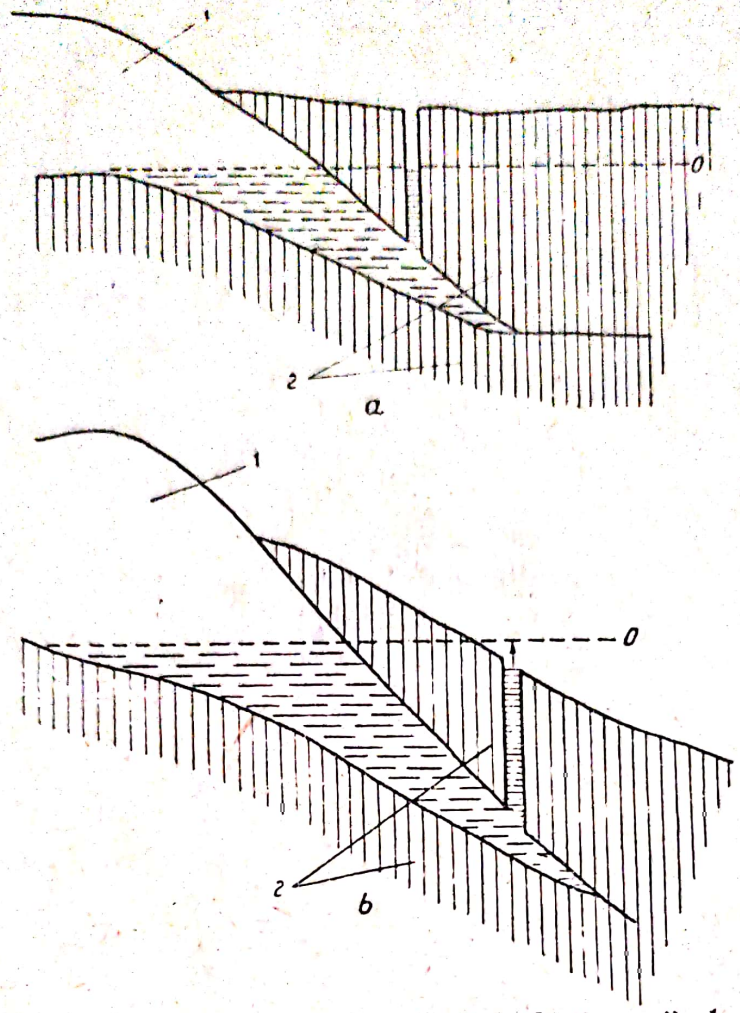


Fig. 12. Strate acvifere captive fără zonă de descărcare, datorită laminării stratului purtător de apă :

a — nivelul piezometric sub suprafața solului ; *b* — nivelul piezometric deasupra suprafeței solului ; *1* — strat permeabil ; *2* — strat impermeabil.

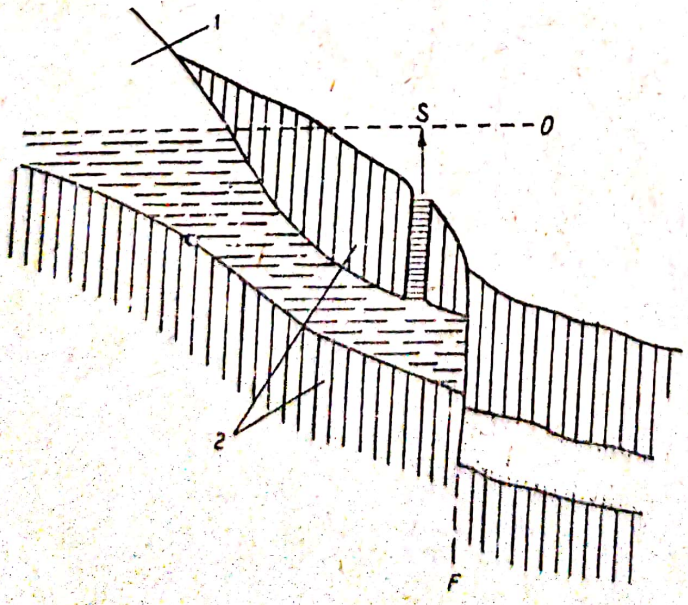


Fig. 13. Strat acvifer captiv fără zonă de descărcare, datorită unei falii :

1 — strat permeabil ; *2* — strat impermeabil.

Scanned with OKEN Scanner

maștere și prin acoperirea unui strat acvifer, ce a fost inițial liber, de către o formațiune impermeabilă (de exemplu o curgere de lavă) (fig. 14).

Ca și în cazul stratelor acvifere cu zonă de admisie și descărcare, la aceste strate acvifere nivelul piezometric se poate găsi deasupra sau sub nivelul solului, în funcție de înălțimea la care se găsește domeniul de alimentare față de punctul considerat.

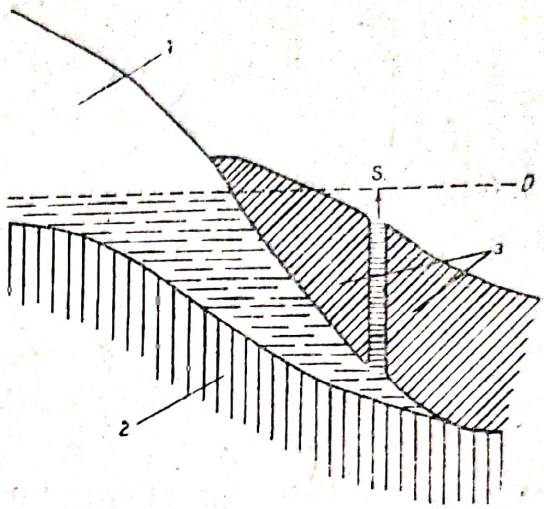


Fig. 14. Strat acvifer captiv fără zonă de descărcare datorită acoperirii cu o formațiune impermeabilă :
1 — strat permeabil ; 2 — strat impermeabil ; 3 — strat impermeabil.

3. *Strate acvifere captive cu zonă de alimentare neprecizată.* Aceste strate acvifere pot avea toate caracteristicile categoriilor precedente și se găsesc adeseori la mari adîncimi. Temperatura apei din aceste strate este superioară celei din păturile acvifere superficiale, datorită încălzirii treptate a apei la mari adîncimi, în funcție de gradientul geotermic.

Stratele acvifere captive pot comunica cu strate acvifere libere, putînd primi sau ceda apă acestora.

Aluviunile rîurilor sînt așezate adeseori pe o alternanță de strate permeabile și impermeabile. În acest caz se pot produce infiltrații din aluviuni în stratul permeabil din fundament, pînza de apă liberă din aluviuni putînd alimenta o pînză acviferă captivă.

Elementele caracteristice ale unui strat acvifer, care trebuie cunoscute în cercetările de geologie tehnică sînt :

— natura stratului acvifer, adică structura geologică a stratului acvifer, compoziția mineralogică și granulometrică. În același timp trebuie cercetate caracteristicile geologice ale stratelor impermeabile din patul și acoperișul stratului acvifer ;

— domeniul de alimentare, adică aflorimentul din care se alimentează stratul acvifer ;

— alura stratului acvifer, care se determină trasînd curbele de nivel ale patului și acoperișului stratului ;

Scanned with OKEN Scanner

— debitul stratului acvifer, care se determină prin măsurători, pentru a se cunoaște cantitatea de apă ce poate fi folosită ;

— calitatea apei subterane, ce se determină prin analize.

Izvoare. Se numește izvor orice loc de ieșire naturală a apei din stratele acvifere subterane. Izvoarele pot fi clasificate după mai multe criterii :

a) după caracteristicile fizico-chimice :

— izvoare de ape dulci (potabile sau industriale);

— izvoare minerale care conțin săruri minerale în soluție (din această categorie fac parte și izvoarele termale mineralizate) ;

b) după temperatură :

— izvoare reci, cu temperatura 20 °C ;

— izvoare calde, cu temperaturi între 20 și 40 °C ;

— izvoare fierbinți cu temperatura peste 40 °C ;

c) după debit.

izvoare de gradul I	10	m^3/s
izvoare de gradul II	1—10	m^3/s
izvoare de gradul III	0,1—1	m^3/s
izvoare de gradul IV	10—100	dm^3/s
izvoare de gradul V	1—10	dm^3/s
izvoare de gradul VI	0,1—1	dm^3/s
izvoare de gradul VII	10—100	cm^3/s
izvoare de gradul VIII	sub 10	cm^3/s.

d) după permanența lor :

— izvoare perene sau continue ;

— izvoare semiperene, care dispar în perioadele de secetă ;

— izvoare temporare sau intermitente, care cel puțin o dată pe an dispar complet.

e) din punct de vedere geologic :

1) după felul în care apa iese la suprafață :

— izvoare descendente, la care apa are un mers permanent descendent ;

— izvoare ascendente, la care apa are un mers ascendent la ieșire.

2) după caracterele geologice și hidrodinamice :

a) izvoare din zona de aerație (deasupra nivelului apelor subterane), care au un caracter sezonier ;

Scanned with OKEN Scanner

b) izvoare de ape freatice cu debit mai constant, în care apa are un mers descendent.

Această categorie de izvoare se împarte în :

— izvoare de emergență, în care apa subterană, în urma eroziunii, iese la suprafață (fig. 15);

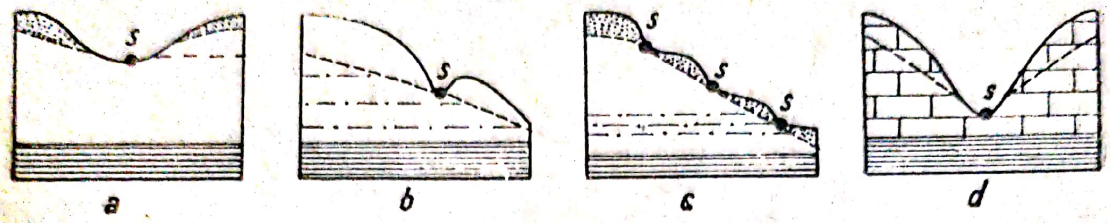


Fig. 15. Izvoare de emergență :
a — izvor de fund de vale cu terenuri poroase ; *b* — izvor de pantă ; *c* — izvor de terasă ; *d* — izvor de fund de vale în terenuri fisurate ; *S* — izvoare.

— izvoare de prea-plin (fig. 16) sau de debordare ;

— izvoarele de baraj, în cazul cînd un filon sau o falie intersectează pînza acviferă (fig. 17);

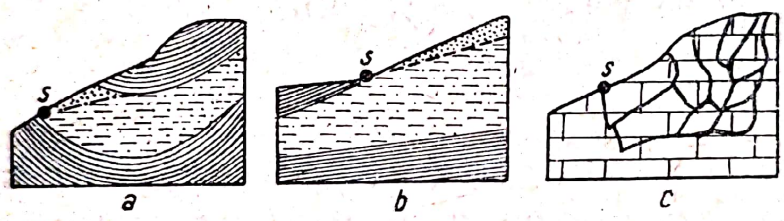


Fig. 16. Izvoare de preaplin :
a — izvor de sinclinal ; *b* — izvor de aluviuni ; *c* — izvor carstic.

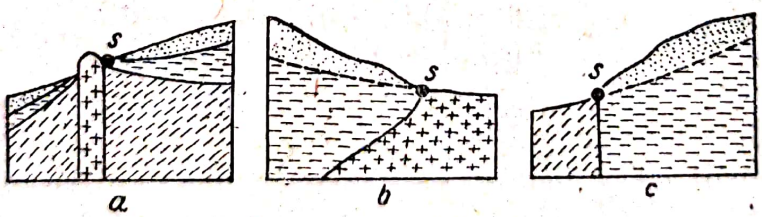


Fig. 17. Izvoare de baraj :
a — izvor de filon ; *b* — izvor la contactul cu un masiv eruptiv ; *c* — izvor de falie.

— izvoarele de contact, care iau naștere la contactul între un strat permeabil și unul impermeabil, la baza alunecărilor de teren (fig. 18);

c) izvoare arteziene, care provin din stratele de apă captive sub presiune, uneori cu temperatură ridicată. Din categoria izvoarelor arteziene fac parte :

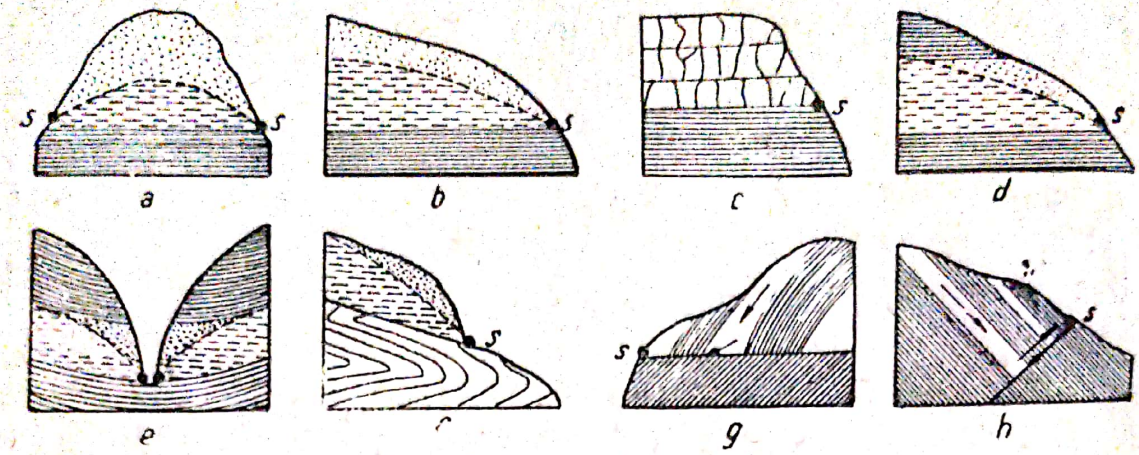


Fig. 18. Izvoare de contact :
a, b, c, d — izvoare la contactul cu un strat impermeabil ; *e* — izvor de sinclinal ; *f* — izvor de discordanță ; *g* și *h* — izvoare de contact anormal.

— izvoarele subacvatice ;
— gheizerele ;
— izvoarele vauclusiene (izbucurile) din calcare.

Cap. III. PROCESE GEOLOGICE DINAMICE

Scoarța pământului este în permanentă transformare, fiind supusă continuu acțiunii unor agenți destructivi și constructivi, de origine externă (acțiunea atmosferei, hidrosferei, biosferei, a energiei solare etc.) și internă (vulcanism, cutremure de pământ, mișcări tectonice, gravitație).

În cadrul cercetărilor geologice tehnice, interesează în special procesele dinamice externe, iar din cele interne, cutremurele de pământ care pot avea efecte puternice asupra construcțiilor. Pentru acest motiv, în cele ce urmează vor fi prezentate, numai procesele geologice dinamice, care au importanță mai mare în cercetările de geologie tehnică.

Deflația reprezintă acțiunea vîntului la suprafața scoarței și se manifestă prin îndepărtarea și transportul materialului dintr-un loc în altul ; distanța de transport și mărimea fragmen-

Scanned with OKEN Scanner

telor materialului transportat sînt în funcție de intensitatea vîntului. Acțiunea de deflație se manifestă mai ales în zonele de stepă și de pustiu, adică în zonele în care vîntul nu întîlnește obstacole mari și se poate dezlănțui cu toată intensitatea.

În regiunile de stepă, mai ales în perioadele de secetă, deflația determină furtunile de tărie mijlocie, ridică praful și-l transportă la distanțe mari. Cînd intensitatea vîntului scade, mai precis cînd raportul dintre mărimea particulelor transportate și intensitatea vîntului nu mai permit transportul, praful se depune. Acesta este procesul de formare a loessului eolian. Praful astfel depus este reținut la suprafața scoarței de vegetație; în fiecare an, vegetația crește mai înaltă pe materialul depus anterior. Prin distrugerea vegetației, în loessul depus se formează un sistem de canalicule verticale, care se umplu ulterior cu carbonați, imprimînd loessului o legătură suficientă spre a forma pereți verticali ce nu se prăbușesc — așa cum se constată pe valea Cara-Su între Cernavodă și Medgidia.

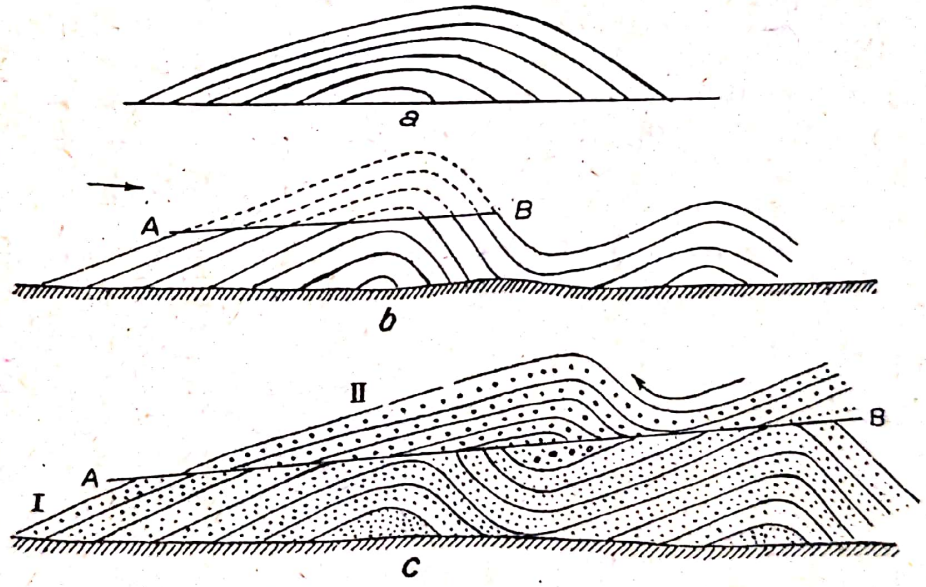


Fig. 19. Evoluția dunelor:
a — dună inițială; *b* — formarea unei noi dune pe seama dunei vechi; *c* — dune suprapuse.

Loessul eolian se deosebește de loessul acvatic prin porozitatea și indicele de înmuiere mai mare, ca urmare a faptului că el reprezintă un depozit afînat, spre deosebire de cel acvatic, care, depunîndu-se în apă, este mai compact.

În deșerturi sau, în general, în regiunile în care există mult nisip, iar vîntul are o direcție constantă și relieful prezintă asperități, deflația are ca rezultat formarea dunelor (fig. 19).

Nisipul dunelor este rotunjit, datorită frecării granulelor unele de altele în timpul transportului. În compoziția nisipului dunelor de pustiu, elementul principal îl formează cuarțul.

Procedeele de fixare a dunelor sînt variate; în general, dunele formate din nisipuri calcaroase se pot fixa mai repede, deoarece acestea păstrează umiditatea mai mult timp decît cele formate din nisipuri cuarțoase și permit fixarea vegetației mai bine și mai repede. Pentru fixarea dunelor marine, s-a folosit cu succes metoda dunelor cu profil invers, create artificial; astfel se creează pante favorabile transportului nisipului dinspre uscat spre apă și obstacole pentru vînturile care bat dinspre mare.

În țara noastră, dunele sînt de natură marină și fluviatilă. Dunele fluviatile sînt răspîndite în Delta Dunării, Muntenia, Oltenia și Crișana iar cele marine pe litoral. Ele sînt rezultatul deflației vînturilor regionale. Constituția mineralogică a elementelor componente ale nisipului din dune reprezintă un tablou al zonelor străbătute de fiecare rîu în parte.

Deflația se produce în zonele constituite din roci nelegate, pînă la un nivel la care particulele sînt legate prin umiditatea provenită din apele subterane prin capilaritate.

De aceea, una din metodele folosite în cucerirea pustiurilor este introducerea irigațiilor, care contribuie la creșterea umidității în teren și la legarea particulelor.

În cursul deflației, vîntul exercită cu materialul transportat și o acțiune de frecare, de roadere a rocilor, numită *coraziune*. Coraziunea se manifestă în zonele constituite din alternanțe de roci cu durități diferite, sau în rocile al căror ciment are duritate diferită de a elementelor constituente (Sfinxul din Bucegi).

Coraziunea se manifestă cu cea mai mare intensitate imediat deasupra solului, unde fracțiunile mari sînt mai abundente (Babele din Bucegi). Rocile atacate la bază de vînturi ce bat din mai multe direcții ajung să ia forma unei ciuperci.

Ablația este acțiunea de îndepărtare prin spălare și transport a produselor de alterare de la suprafața scoarței de către apele de șiroire. Se poate spune că eroziunea începe cu ablația, care pregătește terenul. Prin ablație sînt expuse alterării noi zone din scoarță; dacă nu s-ar produce ablația, stratul alterat ar avea rol de protecție pentru formațiunile din fundament.

Cea mai mare parte din debitul solid al unui rîu nu se datorează eroziunii propriu-zise, ci ablației, care se manifestă pe o suprafață mult mai mare decît eroziunea. Ablația se manifestă mai intens în zonele cu precipitații bogate. Apele de șiroire, urmărind linia de cea mai mare pantă, fără a avea un pat permanent, favorizează ablația.

Scanned with OKEN Scanner

Prin ablație, materialul este transportat permanent la nivele mai joase; în ultima fază el ajunge în albia unui torent sau rîu.

Ablația se manifestă mai ales în zonele despădurite și constituite din roci ușor alterabile, care prin alterare dau naștere la particule fine, ce pot fi ușor antrenate de apele de șiroire. Suprafețele argilo-marnoase neacoperite de vegetație pot fi spălate exclusiv prin acțiunea mecanică a apelor de șiroire; în acest caz șiroirea determină pe pante o rețea, cu atît mai ramificată cu cît suprafața este mai neregulată.

Eroziunea este acțiunea de distrugere a scoarței și transport a produselor rezultate de către apele curgătoare. Aspectul actual, configurația scoarței pe soclurile continentale, relieful de ordinul III sînt în mare măsură rezultatul acțiunii de eroziune a apelor curgătoare, care tind să aducă întregul relief la stadiul de peneplenă.

„Simpla existență a unei cantități de apă la o cotă mai înaltă, deasupra nivelului mării, reprezintă o rezervă de energie potențială echivalentă cu lucrul pe care apa poate și trebuie să-l dezvolte coborînd sub acțiunea gravitației, pînă la marele rezervor oceanic“ (A. de Lapparent).

Acțiunea de eroziune a unui curs de apă începe de la un punct numit *nivel de bază* și progresează către amonte, sau cum se mai spune „progresează regresiv“ determinînd lungirea cursului de apă. Nivelul de bază este punctul de vărsare în mare sau de confluență cu un curs de apă de grad superior.

În cursul evoluției lui, prin eroziune, cursul de apă tinde să atingă profilul de echilibru. Acesta din urmă a fost definit de A. Surell (în 1838) ca fiind „o curbă regulată“ concavă spre cer, care, plecînd de la nivelul de bază, este tangentă la linia orizontului, la nivelul de bază și se redresează puternic spre amonte, tinzînd să devină tangentă la verticală.

Cursul unui rîu se definește prin profilul lui de echilibru; în stadiul de tinerețe el este mai mult sau mai puțin regulat, neregularitățile dispărînd în stadiul maturității.

Teoretic, profilul de echilibru este realizat atunci cînd în fiecare punct în lungul cursului rîului este realizată panta minimă. Acest lucru nu se realizează însă niciodată, din cauza variației debitului de apă și a debitului solid, în special la punctele de confluență.

Chiar după stabilirea profilului de echilibru, eroziunea continuă să adîncească albia rîului. Limita inferioară a eroziunii este nivelul de bază.

Scanned with OKEN Scanner

Eroziunea este rezultatul a patru factori, ce acționează concomitent și se întrepătrund în acțiunea lor ;

— coroziunea rocilor și mineralelor ;

— acțiunea mecanică de desprindere și transport a materialului (debleiere) adică roaderea fundului albiei (eroziune verticală) și a malurilor (eroziune laterală), prin acțiunea apei sau a materialului transportat ;

— tocirea și roaderea materialului transportat ;

— sedimentarea materialului în anumite condiții date.

Cel mai ușor sînt erodate terenurile constituite din roci detritice necimentate, mai ales dacă elementele grosiere sînt amestecate cu elemente fine argiloase, care împiedică infiltrația apei. În nisipuri, gresii poroase și în formațiuni cretoase, din cauza infiltrației apei, eroziunea este mai slabă. În terenurile argiloase, văile sînt de regulă strîmte ; aci șiroirea este intensă și infiltrațiile sînt mici. În calcarele fisurate, nivelul de bază poate fi atins prin circulația subterană a apelor.

În calcarele compacte, în gresii în bancuri groase impermeabile, în rocile eruptive nefisurate și uneori în șisturi cristaline, se formează văi strîmte cu pereți verticali.

Cînd eroziunea verticală este mai intensă decît eroziunea orizontală se formează văi cu versanți cu pante mari ; aceasta se întîmplă mai ales în regiunile cu pante pronunțate.

Materialul rezultat din eroziune este transportat de cursurile de apă în diferite moduri :

— substanțele solubile (carbonații și sulfații) sînt transportate în soluție ;

— materialul fin (psamitic, aleuritic, pelitic) este transportat în suspensie ;

— pietrișurile și bolovănișurile sînt transportate prin rostogolire ;

— materialul mai mare (blocuri) este tîrît.

Puterea de transport este proporțională cu viteza, care, la rîndul ei, depinde de pantă.. În fiecare punct al profilului cursului de apă, chiar cînd se atinge profilul de echilibru, există o pantă minimă, care imprimă apei viteza necesară transportării debitului solid din secțiunea respectivă. Acolo unde panta este mai mare decît minimum necesar pentru transportul debitului solid, viteza apei crește determinînd eroziunea (un curs de apă poate eroda propriile sedimente); acolo unde panta este mai mică și viteza scade, materialul se depune. Fragmentele cele mari ce pot fi transportate de un curs de apă sînt proporționale cu 1/6 din puterea apei ; aceasta este explicația pentru ce blocurile mari sînt transportate numai la viitură.

Scanned with OKEN Scanner

Sedimentarea materialului transportat se poate produce și atunci cînd debitul solid depășește sarcina ce poate fi transportată de un curs de apă în condițiile date ; ulterior materialul poate fi retransportat. Sedimentarea este intensă în apropierea nivelului de bază, deoarece în această zonă se realizează panta cea mai mică. Pe anumite porțiuni poate exista un nivel de bază temporar.

Cantitatea de material solid și dizolvat transportat de rîuri variază în timp și spațiu.

În general, se constată o sortare a materialului transportat și depus de la regiunea de torent, unde se găsește materialul grosier, spre vărsare unde se depune materialul fin.

Pagubele provocate de eroziune sînt imense și ele pot ajunge să fie de mărimea unei calamități atunci cînd nu se iau măsuri de ameliorare și combatere a lor.

În țara noastră, un exemplu de regiune intens afectată de eroziune — ca urmare a unei exploatări irațională a pădurilor de către societățile particulare în timpul regimului burghezo-moșieresc — este Vrancea. Lipsa de vegetație, la care se adaugă și o slabă constituție petrografică au favorizat o eroziune foarte puternică, care a dus la degradarea terenului. În vederea ameliorării și remedierii acestei situații, s-au început lucrări de combatere a eroziunii prin plantări și amenajarea torenților (STAS 5576-57, STAS 2916-51).

Abraziunea este acțiunea de distrugere a uscatului de către mare. Abraziunea are un caracter complex și este rezultatul următoarelor fenomene :

— acțiunea de sfîrîmare a rocilor coastei prin spargerea valurilor ;

— acțiunea de frecare asupra coastei de către materialul transportat de curenți sau valuri ;

— dizolvarea în special a rocilor solubile (calcar-gips);

— tocirea materialului ;

— sedimentarea materialului.

Puterea de distrugere a valurilor este foarte mare ; țărmurile abrupte și construcțiile maritime sînt expuse unor șocuri de intensitate enormă.

Diaclazele existente în roci ușurează distrugerea falezelor. Prin insolație și gelivație aceste deschideri sînt lărgite și mărite. Apa pătrunde cu forță în aceste deschideri, comprimă aerul din fisurile rocii ; la retragerea valului, aerul comprimat dezvoltă o forță explozivă, rupînd blocuri din faleză.

Scanned with OKEN Scanner

Distrugerea țărmului este ușurată și de acțiunea corozivă a apei sărate, acțiune care se manifestă prin dizolvarea rocilor hidronestabile (carbonați, sulfați, cloruri) precum și a silicaților.

Acțiunea valurilor, cea mai importantă, se manifestă în general printr-o spălare la piciorul falezei, unde se produce o excavație. Prin prăbușirea rocilor suspendate, rămase în consolă peste adînciturile excavate, țărmul se retrage, prezentînd un abrupt în fața mării (fig. 20).

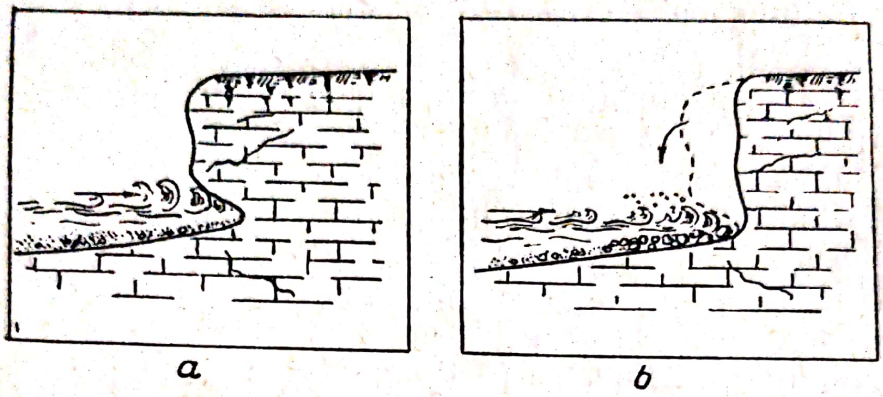


Fig. 20. Prăbușirea țărmului prin abraziunea apei mării :
a — înainte de prăbușire ; *b* — după prăbușire.

Pe măsura distrugerii falezei, se formează în fața țărmului o platformă „de abraziune" a cărei parte superioară este vizibilă. Platforma se formează mai ușor în cazul rocilor slab cimentate, necoerente sau nerezistente la coraziune și mai greu în cazul rocilor masive (stîncoase) rezistente la coraziune.

Faleza retrăgîndu-se platforma se lățește mereu ; în această situație valurile sînt nevoite să străbată o distanță mai mare cu apă puțin adîncă, ceea ce face ca o mare parte din energia lor să se consume prin frecare de fund, scăzînd acțiunea de distrugere asupra țărmului. Dacă țărmul nu suferă mișcări de lăsare, intensitatea distrugerii falezei scade ; de asemenea, prin ridicarea țărmului, scade puterea de distrugere a valurilor.

Paralel cu acțiunea de distrugere a țărmului, marea are și funcție de sedimentare. Volumul și intensitatea sedimentării, precum și repartiția sedimentelor depind de intensitatea agenților generatori precum și de neuniformitatea petrografică a falezei.

În zonele de țărm, unde panta inițială este mică, se formează, datorită valurilor slabe, o plajă pînă la profilul de echilibru ; acest nivel, este depășit în timpul furtunilor, cînd se transportă material mai grosier din acumularea căruia se formează o plajă de furtună.

Scanned with OKEN Scanner

Deficitul de nisip de pe plaje, determinat de deflație, este compensat cu nisip adus din largul mării. Acest fapt este demonstrat de constituția nisipului, în care sfărămăturile de cochilii pot ajunge pînă la 30%, chiar în zonele în care faleza nu este constituită din roci carbonatate. Acesta nu poate proveni decît din zonele apropiate de țărm.

Plajele distruse de furtună se refac sub acțiunea valurilor și a brizelor de uscat.

Materialul ce constituie platforma de abraziune este reluat de valuri și curenți și folosit în acțiunea de distrugere sau de refacere a plajelor. În general, curenții de pe fundul mării, transportă materialul în direcția opusă vîntului.

Distrugerea țărmului se produce uneori într-un ritm intens și poate provoca pagube mari; se cunosc cazuri în care au fost distruse de acțiunea de abraziune așezări omenești. Din această cauză, s-a ivit necesitatea de a se executa lucrări de apărare și consolidare a țărmului, în special în zonele constituite din roci slabe.

În cadrul studiilor ce se execută în acest scop, este necesar să fie lămurite următoarele probleme:

— tipul de coastă și orientarea ei;
— natura și structura geologică;
— natura, înclinarea și configurația fundului mării lîngă țărm;
— intensitatea și direcția predominantă a valurilor și curenților;
— variațiile anterioare ale coastei;
— condițiile hidrogeologice ale zonei de coastă.

Măsurile de apărare ce se pot lua împotriva abraziunii sînt în funcție de natura țărmului. Pentru țărmurile stîncoase se folosesc de obicei anrocamente, blocuri de beton și mase stîncoase care se așază în fața țărmului, pentru a prelua forța valurilor și a suferi acțiunea de frecare a materialului antrenat de curenți și valuri. Pentru zonele constituite din roci slabe și pentru apărarea plajelor se recomandă construcția de diguri, așezarea de anrocamente, batere de piloți, executarea de chesoane, drenuri (în faleză), piloți compactați, sau arderea terenului în găuri de foraj, precum și construirea de ziduri și masive de sprijin.

În cazul construcțiilor portuare, uneori este necesar ca țărmul să fie apărat de sedimentare. În asemenea cazuri, problemele de rezolvat în cadrul studiului sînt în linii mari aceleași ca la apărarea țărmului. În plus trebuie să se țină seama de apropierea unui emisar continental, ce poate aduce un însemnat debit solid, precum și de granulația sedimentelor de pe platforma de

Scanned with OKEN Scanner

abraziune. Cele mai eficace metode de combatere a sedimentării sînt construcțiile de diguri (fig. 21).

Sufozia este fenomenul de stricare a echilibrului rocilor în zona de deasupra nivelului apelor subterane, determinat de apele de infiltrație și de variația nivelului apelor subterane. Sufozia se manifestă prin dizolvarea cimentului ori liantului (su-

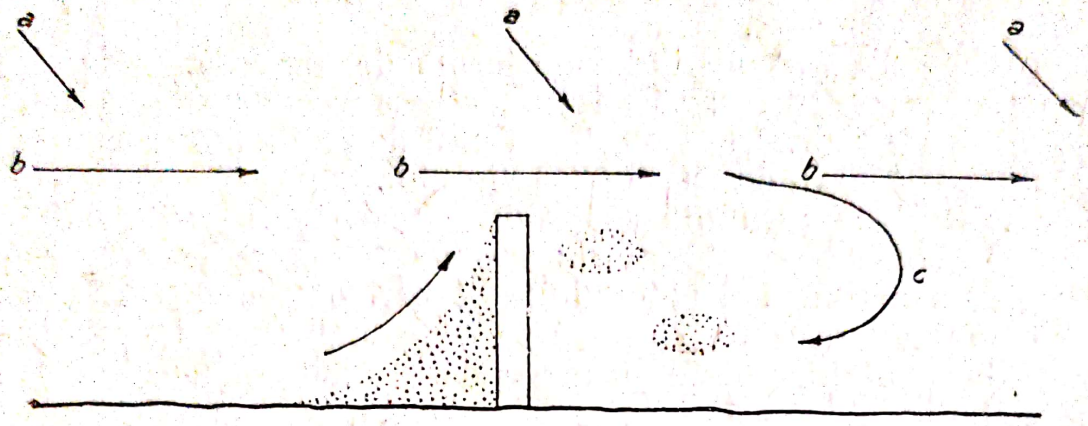


Fig. 21. Combaterea sedimentării în porturi prin diguri :
a – curenți dinspre larg spre țărm ; *b* – curenți paraleli cu coasta ; *c* – curenți de întoarcere.

fozie chimică) sau prin antrenarea particulelor fine spre un nivel inferior (sufozie mecanică). Acest fenomen se produce în zona de oxidație (evaporație-aerație).

Subminarea echilibrului rocii se produce în timp, determinînd o afînare a rocii, ce are ca efect final tasarea ei. La suprafața terenului, sufozia se manifestă sub formă de prăbușiri, alunecări și formarea de zone depresionare, de dimensiuni mici.

Determinarea tipului de sufozie (chimică sau mecanică) este posibilă numai prin precizarea caracterului fenomenului sufozionar. La sufozia chimică, analizele chimice pun în evidență un conținut de săruri solubile în cantitate mai mică în zona afectată de sufozie, decît în zona neafectată, unde conținutul în aceste săruri va fi mai mare, fie ca o consecință a unui aport de la nivelul superior către nivelul inferior, fie că sărurile existente inițial nu au fost dizolvate. În acest fel se poate aprecia și limita pînă la care s-a produs sufozia (spălarea).

Pentru sufozia mecanică, analiza granulometrică va pune în evidență un conținut mai mic de particule fine în orizontul superior afectat de sufozie, decît în orizontul inferior, unde roca prezintă o curbă granulometrică normală, sau o îmbogățire în particule fine la un anumit nivel. În același mod, se poate aprecia limita pînă la care s-a produs sufozia (spălarea).

În anumite situații, fenomenul de sufozie poate avea natură dublă (mecanică și chimică).

Cînd sufozia este urmată de o afuiere a materialului, se vorbește de „alunecare plastic-sufozionară".

Insolația reprezintă acțiunea de degradare a rocilor sub acțiunea căldurii solare.

Variațiile de temperatură de la suprafața scoarței se transmit și în adîncime: variațiile diurne pînă la adîncimi mai mici, iar cele sezoniere pînă la adîncimi mai mari. Acest fapt are importanță pentru determinarea adîncimii cu temperatură constantă într-o regiune. Adîncimea pînă la care se simte influența căldurii solare este variabilă, fiind determinată de natura rocii, tectonica regiunii, prezența apelor subterane etc.

Cantitatea de căldură pe care o reține o rocă este în funcție de constituția litologică, structură, culoare, suprafața expusă insolației.

Rocile sînt agregate naturale de minerale, care au coeficienți de conductibilitate termică și de dilatație diferiți; din această cauză, mineralele se dilată neuniform, determinînd tensiuni în masa rocii. După ce mineralele se contractă prin cedarea căldurii, legătura dintre minerale nu mai are aceeași valoare, ca înainte de insolație, ci este mai slabă. Această acțiune este mai evidentă la rocile constituite din minerale leucocrate și melanocrate și are intensitate deosebită în zonele în care schimbările de temperatură se fac brusc. Dilatările și contracțiile repetate au ca rezultat dezagregarea (fizică), care se produce mai ales la rocile holocristaline echigranulare, constituite din minerale leucocrate și melanocrate (granite, granodiorite, diorite, andezite, dacite, riolite).

Un alt fenomen determinat de insolație este *cojirea*, caracteristic pentru rocile relativ omogene. Acest fenomen se datorează tensiunilor ce apar în zona superficială, care se dilată mai repede decît partea de dedesubt. Cînd produsele rezultate în urma insolației rămîn pe loc, ele protejează rocile din adîncime; cînd sînt îndepărtate, procesul se continuă în adîncime.

Acțiunea insolației este evidentă mai ales în regiunile deșertice și muntoase, unde diferențele diurne de temperatură sînt mari.

Gelivația este acțiunea de distrugere a rocilor ca urmare a presiunilor ce iau naștere prin înghețarea apei din fisurile și porii rocilor. Rocile care nu rezistă la această acțiune și își modifică proprietățile se numesc *roci gelive*.

În rocile masive, apa pătrunde prin fisuri, determinînd o mărire a lor și contribuie în acest fel la slăbirea rezistenței ge-

Scanned with OKEN Scanner

nerale a rocii. Această slăbire este mai activă în fisurile cu dimensiuni capilare, și conduce la prăbușiri de blocuri de pe versanți.

Pentru rocile poroase, intensitatea gelivației este determinată de caracterul porozității : dacă porii sînt închiși, acțiunea ei este redusă, iar dacă porii sînt deschiși, intensitatea gelivației este mai mare. Intensitatea gelivației depinde și de gradul de saturație a rocii cu apă, fiind maximă la saturarea completă.

Determinarea rezistenței la gelivație a rocilor folosite în construcție se efectuează conform STAS 730/49. Gradul de gelivitate al rocilor are importanță deosebită pentru rocile folosite ca material de placaj pentru construcții. Un exemplu negativ de folosire a rocilor fără să se țină seamă de efectele gelivației este Biserica Neagră din Brașov, unde din cauza degradării a fost necesară înlocuirea placajului vechi.

La studierea stabilității terenurilor, o atenție deosebită trebuie dată *fenomenului de formare a lentilelor de gheață în sol*, fenomen frecvent în zonele de variație a nivelului apelor din lacurile de acumulare. Formarea unei lentile de gheață în sol poate provoca ridicarea locală a terenurilor de deasupra ei, sau creșterea presiunii hidrodinamice în spatele lentilei, apele neavînd posibilitatea de drenare. După topirea lentilei, terenul de deasupra se lasă, determinînd fenomenul cunoscut sub numele de *termocarst*, sau este afectat de alunecări.

*
* *

Procesele geologice dinamice externe sînt precedate sau însoțite și de alterarea chimică. Alterarea chimică se manifestă prin oxidare, caolinizare și are un rol important în procesul de denudare a scoarței. Aceste procese se produc sub acțiunea oxigenului din atmosferă și a apelor de la suprafață și din interior, încărcate cu CO_2. Cele mai frecvente fenomene sînt :

— transformarea oxizilor feroși în oxizi ferici :

$$2FeO+O=Fe_2O_3;$$

— oxidarea sulfurilor în sulfați și acid sulfuric :

$$FeS_2+7O+H_2O=FeSO_4+H_2SO_4;$$

— caolinizarea silicaților, ce se produce cu mărire de volum :

$$6SiO_2Al_2O_3K_2O+2H_2O+CO_2=2SiO_2Al_2O_32H_2O+K_2CO_3+4SiO_2;$$

— hidratarea anhidritului ce se produce cu o mărire de volum pînă la 1/3 din volumul inițial :

$$CaSO_4+2H_2O=CaSO_4\cdot 2H_2O.$$

Scanned with OKEN Scanner

Între factorii ce contribuie la distrugerea scoarței, nu trebuie subestimată activitatea biotică și în special a omului. Prin activitatea sa, omul poate contribui la dezechilibrarea condițiilor naturale, influențînd asupra mersului proceselor naturale, uneori în mod pozitiv (conservarea solurilor), alteori în sens negativ (distrugerea solului și subsolului). În general însă, activitatea omenească este îndreptată spre conservarea scoarței, spre o activitate constructivă: combaterea eroziunii, consolidarea terenurilor alunecate, rambleierea lucrărilor miniere părăsite. Uneori prin activitatea omului apar elemente noi; plaje noi (prin construirea de diguri), ridicarea nivelului hidrostatic regional, ca urmare a creării unui lac de acumulare, sărăturarea terenurilor în urma introducerii irigațiilor pe anumite zone, fără a se lua măsuri corespunzătoare.

DEPLASĂRI DE TEREN

În cadrul studiilor și cercetărilor de geologie tehnică prevenirea și combaterea deplasărilor de teren este o problemă căreia trebuie să i se dea o mare atenție. Deplasările de teren sînt mișcări pe care le suferă rocile din partea superioară a scoarței și care au ca efect modificarea morfologiei terenului.

În general, rocile se găsesc în echilibru cu mediul, în anumite condiții date. Orice schimbare a unuia din factorii ce condiționează mediul poate conduce la stricarea echilibrului și declanșarea unei deplasări de teren; rezultatul acestei deplasări este crearea unui nou echilibru, corespunzător noilor condiții.

Condițiile foarte variate în care se produc deplasările de teren nu au permis o clasificare unică a lor. În cărțile de specialitate se găsesc numeroase clasificări ale deplasărilor de teren; dintre acestea amintim clasificările date de R. Almagia, A. Desio, A. P. Pavlov, I. P. Popov, N. V. Radionov, F. P. Savarenski și Q. Zaruba-V. Menčl.

În general, toate clasificările deplasărilor de teren se bazează pe relațiile dintre masa deplasată și mediul înconjurător, precum și pe factorii ce contribuie la producerea fenomenului.

În cercetările deplasărilor de teren, ceea ce trebuie în primul rînd bine precizat sînt cauzele care determină producerea fenomenului. Fără cunoașterea și precizarea cauzelor deplasării, orice lucrare de prevenire a deplasării sau consolidare a masei deplasate nu va prezenta garanțiile unei lucrări reușite. Cu toate greutățile pe care le pune o asemenea lucrare, este necesar și obligatoriu ca atenția să fie îndreptată asupra cauzelor și nu a

Scanned with OKEN Scanner

efectului ; în concluziile studiilor trebuie să se evidențieze cauzele deplasărilor și să se prevadă evoluția lor ulterioară.

Acest lucru este foarte greu, deoarece deplasarea este rezultatul unui șir întreg de procese, care s-au produs în decursul timpului și care astăzi pot să scape cercetătorului. De multe ori, declanșarea unei deplasări de teren este determinată de o cauză secundară și în mod greșit se iau măsuri de combatere a acesteia neglijîndu-se cauza principală.

1. Tipuri de deplasări de teren

Noțiunea „deplasare de teren" are o sferă largă, ea referindu-se la prăbușiri, năruiri, alunecări și curgeri plastice.

Deplasările de teren sînt condiționate de factori interni — proprii volumului de roci deplasate — și factori externi. Factorii interni sînt : coeziunea, greutatea specifică, structura și textura rocilor precum și omogenitatea volumului considerat. Factorii externi sînt : apa (acțiunea fizică și chimică), insolația, gelivația, modificarea unghiului de pantă, gravitația și mișcările vibratorii pe care le suferă regiunea în care se produc deplasările. Acești factori pot acționa separat sau concomitent.

Prăbușirile sînt caracteristice, în general, pentru rocile stîncoase, dar se pot produce și la alte tipuri de roci. Ele se produc pe versanții cu pante mari sau în cazul în care rocile rămîn în consolă.

Uneori prăbușirile sînt o consecință a activității omenești. În multe cariere, în special în cele de interes local, frontul de lucru este înalt, cu unghi de pantă mare și în frontul de lucru se creează excavații ; o parte din front, rămînînd în consolă, se prăbușește brusc (fig. 22).

Năruirile sînt caracteristice rocilor necimentate sau slab coezive. Viteza de deplasare în cazul năruirilor este mare. Năruirile pot afecta atît rocile in situ cît și cele care au mai suferit deplasări.

Alunecările reprezintă un fenomen de deplasare pe pante (după o suprafață mai mult sau mai puțin regulată) a materialului rezultat din degradarea rocilor de pe versanți sau a rocilor de bază; în urma perturbării echilibrului interior, datorită acțiunii simultane a gravitației și apei (fig. 23). În acest sens, alunecarea afectează deluviile și rocile ce constituie versanții. K. Terzaghi consideră că termenul de alunecare poate fi aplicat și „acumulărilor de alt gen". El deosebește două tipuri de deplasări, în funcție de viteza, cu care ele se produc, și de factorii determinanți :

1. Alunecări propriu-zise, la care viteza de deplasare crește repede, pînă la 0,3 m/oră, apoi scade. Alunecarea se produce într-un timp scurt, și se poate delimita. Cauza principală a acestui tip de alunecări este gravitatea. În fig. 24 este reprezentată o astfel de alunecare, care s-a produs pe pîrîul Vinetișu (Buzău).

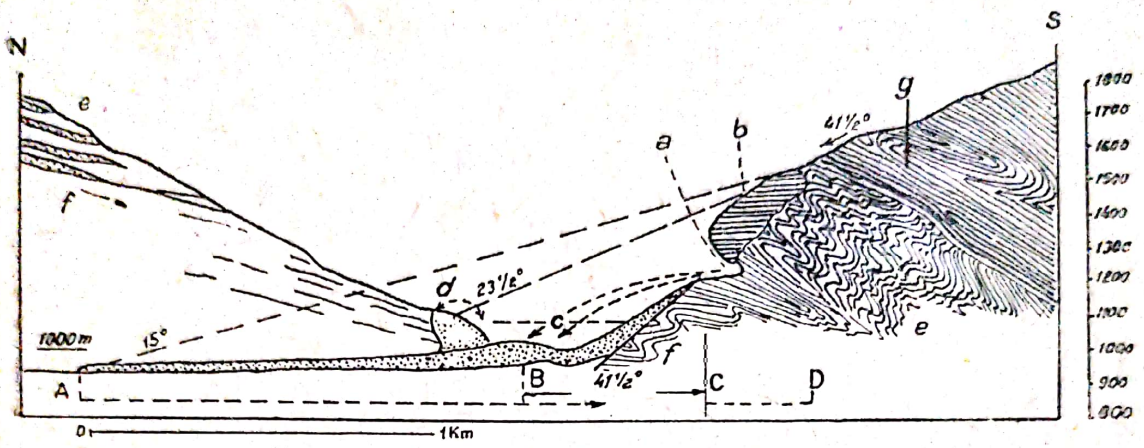


Fig. 22. Prăbușirea de stînci de la Elm (Elveția) (după A. Heim) :
a — carieră (adîncă de 10 m) ; *b* — masa de șisturi cristaline desprinsă ; *c* — locul satului acoperit ; *d* — dărîmături aruncate pe versantul opus ; *e* — strate de Blattengrat ; *f* — fliș normal (gresii și șisturi) ; *g* — fliș sălbatic ; *AB* — suprafața maselor prăbușite ; *BC* — porțiunea pe care masa prăbușită a parcurs-o prin aer ; *CD* — zona afectată de prăbușire.

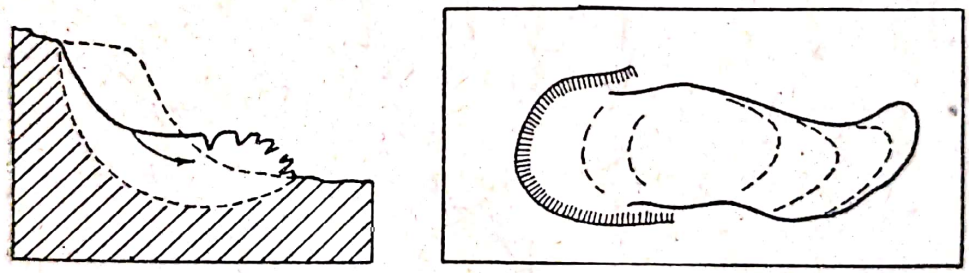


Fig. 23. Schița unei alunecări de teren :
a — profil ; *b* — plan.

2. Curgeri plastice, care au o viteză medie de 0,3 m/10 zile, fiind fenomene de durată. Curgerea plastică poate afecta întreg versantul astfel că, de regulă, zona afectată de curgere nu poate fi delimitată de terenul in situ ; ea se produce sub influența gravitației și a altor factori enumerați mai sus.

Principala deosebire între curgerea plastică și alunecare este aceea că alunecarea se produce după un plan ce se află la contactul dintre două tipuri de roci, cu proprietăți diferite, (alunecări importante pot fi provocate de prezența unor strate subțiri sau lentiliforme) pe cînd la curgerea plastică, nu se poate vorbi de

Scanned with OKEN Scanner

existența unui asemenea plan (între materialul care se deplasează și rocile din substrat se constată o trecere gradată).

Curgerea plastică începe în momentul în care se realizează încărcarea „critică". Versantul este stabil atît timp cît forțele de

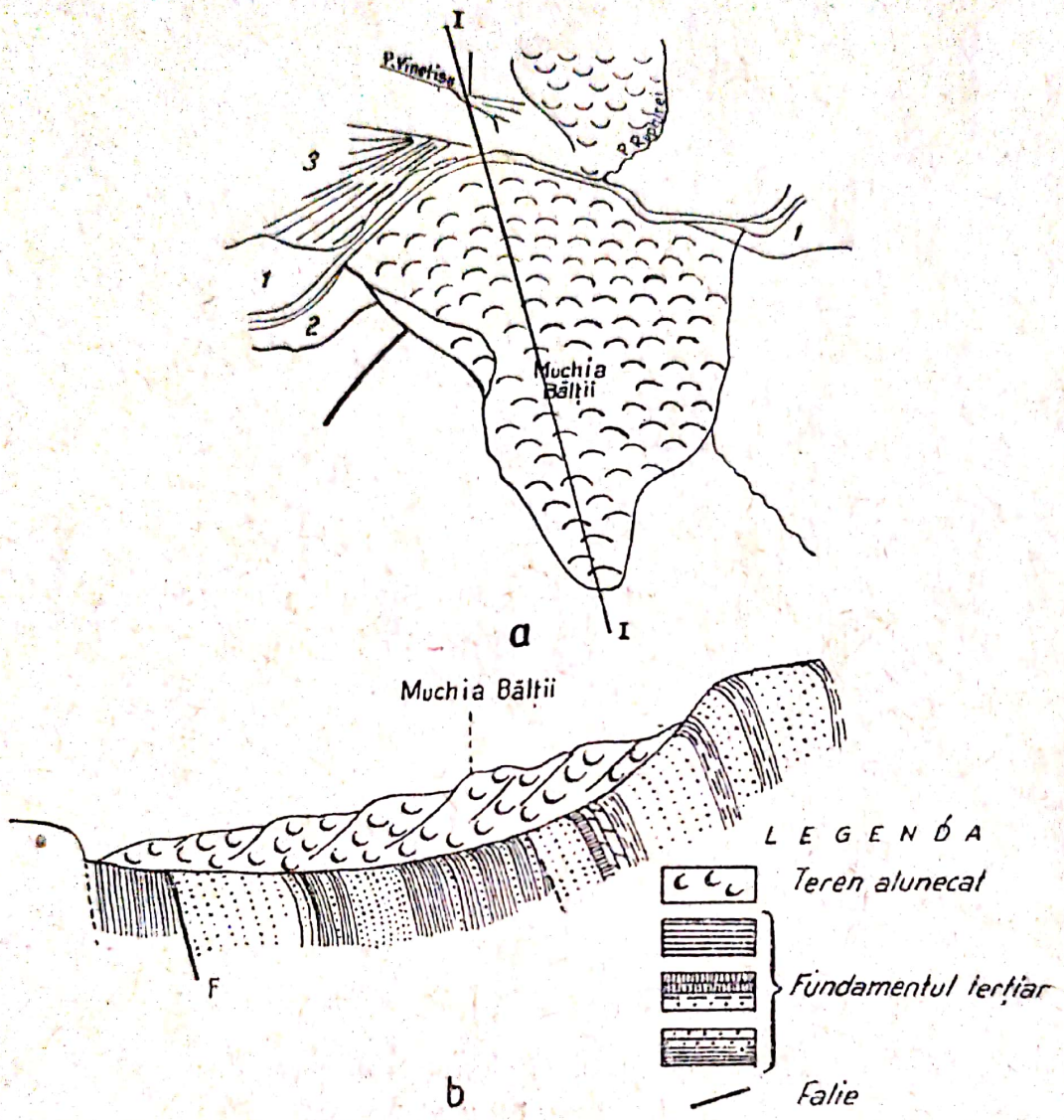


Fig. 24. Schița alunecării de teren de la Muchia Bălții (după Stel. Comeagă): *a* — vedere în plan; *b* — secțiune pe direcția *I—I*; *1* — depozite aluviale; *2* — depozite deluviale; *3* — conuri de dejecție.

tăiere ce solicită baza lui sînt mai reduse decît valoarea rezistenței critice. Cînd forțele de tăiere depășesc rezistența, începe curgerea plastică, iar cînd ele devin egale cu presiunea ce provoacă ruperea prin tăiere, are loc alunecarea.

În producerea fenomenului prezintă importanță și gradul de competență a rocilor: rocile competente sînt mai puțin afectate de curgerea plastică decît rocile incompetente. În cazul contactelor dintre roci competente și incompetente, planul de alunecare

se află la contactul dintre suprafața de separare a celor două strate (care poartă numele de joint) (fig. 25).

Tot curgeri plastice sînt considerate și structurile rezultate în urma redistribuirii sarcinilor prin descărcările provocate de eroziune sau săpături mai adînci. În această categorie sînt cu-

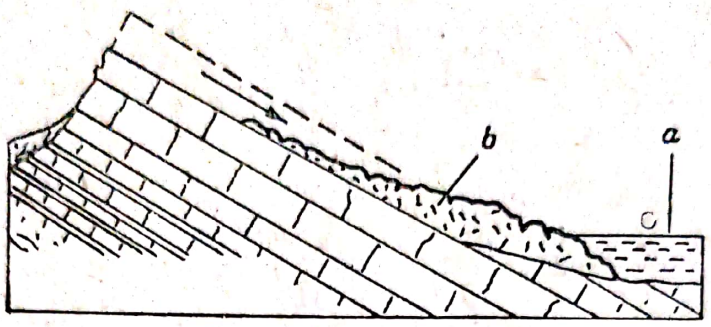


Fig. 25. Alunecare pe joint :
a — aluviuni ; *b* — masa alunecată.

prinse structurile „anticlinale de vale", de exemplu cele de pe valea Argeșului (între Corbeni și Oiești, fig. 26) încovoierea capetelor de strat (cretacicul și oligocenul din valea Teleajenului, cretacicul din Valea Ialomicioarei — Fieni fig. 27), precum și unele microcute din albiile rîurilor (de exemplu oligocenul din albia rîului Ialomița, în amonte de podul Țepeș Vodă — Buciumeni).

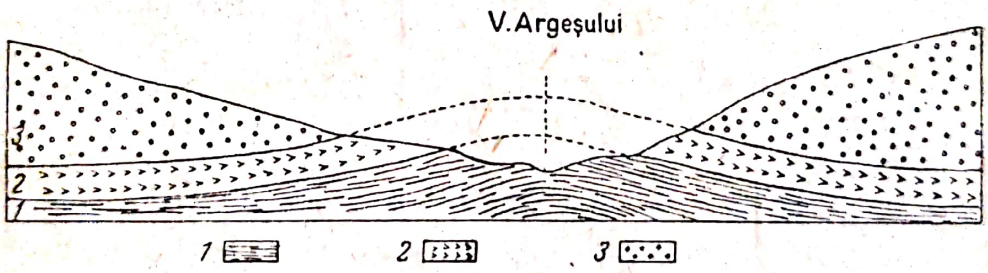


Fig. 26. Secțiune geologică schematizată, reprezentînd un anticlinal de vale, între Corbeni și Oiești-Argeș (după V. Dragoș) :
1 — oligocen ; *2* — aquitanian ; *3* — burdigalian.

La sfîrșitul lucrărilor de excavare la barajul Vaiont (Italia) s-a constatat o ridicare a rocilor din talpa de fundație ; ele s-au ridicat acolo unde stratele erau aproape orizontale, datorită, probabil, modificării stării de tensiune a terenului ; lățimea defileului a crescut în groapa de fundație de la 10 la 32 m. Lărgirea deschiderii a cauzat o creștere a tensiunii „de încovoiere" pe terenul de fundație, de jos în sus. Fenomenul a dispărut, după ce s-au executat primele lucrări de betonare.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru scopurile urmărite în realizarea unei lucrări este necesar să se precizeze dacă este vorba de o alunecare sau de o curgere plastică. Acest lucru nu este întotdeauna ușor, cu toate

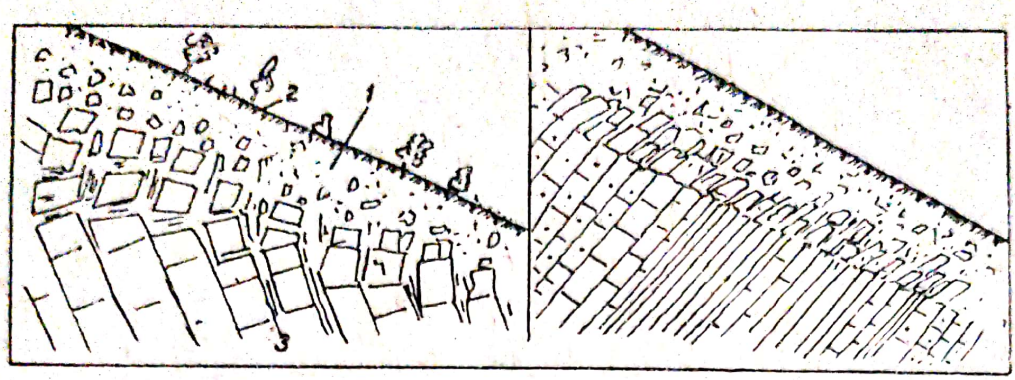


Fig. 27. Încovoierea capetelor de strat :
a — stratele înclină în același sens cu panta ; *b* — stratele înclină în sens invers cu panta ; *1* — zonă de alternanță ; *2* — sol ; *3* — roci în loc (formațiune de bază).

deosebirile pe care ele le prezintă, mai ales pentru faptul că o curgere plastică poate să treacă într-o alunecare, iar rocile dintr-un volum alunecat pot să fie afectate și de o curgere plastică. Asemenea situații se constată pe versanții văilor din Subcarpați, constituiți din depozite senoniene, eocene, oligocene și helvețian-tortoniene.

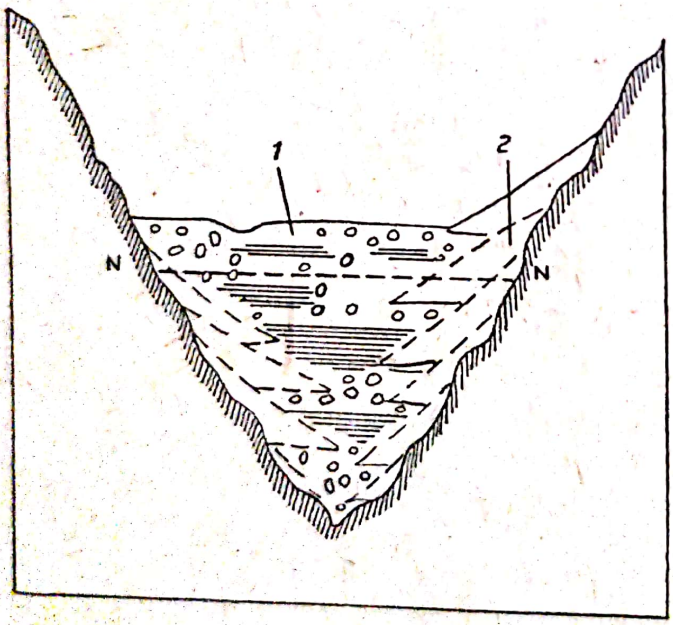


Fig. 28. Alunecări sub nivelul văii :
1 — aluviuni ; *2* — alunecări.

Alunecarea și curgerea plastică pot depăși zona ce se află deasupra nivelului actual al eroziunii ; ele pot ajunge și sub nivelul actual al eroziunii sau spre interfluviu (fig. 28). Această situație trebuie avută în vedere atunci cînd urmează să se realizeze lucrări în aceste zone. În săpături, aceste alunecări manifestă presiuni, împingeri, ridicarea tălpii și prăbușiri din tavan. Alunecări și curgeri plastice sub nivelul de eroziune au fost observate la văile săpate în pornitură, în care rîul își sapă albia prin

depozite „pornite" (de exemplu, pe Valea Mare de la Măneciu-Pământeni și pe valea dintre localitățile Unirea și Turda). Uneori, situația se poate aprecia ușor după aspectul morfologic: valea este strîmtă, iar malurile și versanții prezintă microrelieful caracteristic deplasărilor de teren (vălurit); alteori cursul rîului este împins către unul din maluri, iar celălalt mal prezintă trepte sub formă de terase (Valea Romană la Firiza).

2. Cauzele deplasărilor de teren

Un masiv de roci este supus unei deplasări atunci cînd forțele care acționează asupra lui întrec rezistența la tăiere a rocilor constituiente. Acest fapt se datorește în special factorilor externi, care măresc forțele de tăiere. În unele cazuri, deplasările de teren se produc fără intervenția factorilor externi, ca urmare a scăderii rezistenței la tăiere a rocii. Scăderea rezistenței poate fi determinată de creșterea presiunii apei în pori — așa cum se întîmplă la solifluxiune — sau din cauza scăderii coeziunii rocii prin fisurare, dizolvarea cimentului, alterarea mineralelor (transformarea silicaților în minerale argiloase).

În practica construcțiilor, în legătură cu stabilitatea versanților, există un principiu și anume să nu se încarce la partea superioară a versantului și să nu se taie la baza lui, deoarece în acest fel se măresc forțele de tăiere în partea de jos a versantului.

Uneori deplasarea nu se produce în timpul executării săpăturilor, ci mai tîrziu.

Un caz special îl constituie schimbările structurale pe care le suferă rocile ce alcătuiesc versanții, determinate mai ales de acțiunea unor agenți externi.

În rocile dure (competente) deformațiile apar ca o consecință a curgerii plastice a rocilor din bază, în cazul cînd acestea din urmă sînt incompetente.

Acțiunea agenților externi asupra rocilor incompente, combinată cu presiunea maselor de deasupra, pot conduce la starea de curgere plastică. Trecerea la starea de curgere plastică determină creșterea forțelor de tăiere, deci deranjarea echilibrului; cînd coeficientul de stabilitate atinge valoarea minimă, versantul se prăbușește. Un asemenea fenomen s-a produs în Peru, în ianuarie 1962. Astfel de alunecări se produc în special pe argilele fisurate cu coeziunea scăzută; ele se pot produce în orice anotimp.

Tot cauze interne sînt considerate deformațiile structurale care se produc în unele roci de tipul loessurilor sau nisipurilor prăfoase și care au ca urmare micșorarea porozității.

Scanned with OKEN Scanner

Dintre cauzele externe ale deplasărilor de teren cele mai importante sînt :

1. Executarea de săpături la baza versantului, ceea ce conduce la mărirea unghiului de taluz ; cînd acesta întrece valoarea unghiului de taluz natural, se produce alunecarea.

2. Supraîncărcarea versantului, care determină mărirea forțelor de tăiere.

3. Șocurile seismice, care determină creșterea forței de tăiere pe suprafața potențială de alunecare.

4. Creșterea nivelului apelor subterane, ceea ce are ca urmare scăderea rezistenței la tăiere ; acest lucru se întîmplă mai frecvent în versanții constituiți din roci stratificate. Scăderea rezistenței la tăiere, determinată de suprapresiunea apei în roci, este un proces îndelungat, fără manifestări imediate. Uneori, însă, fenomenul se poate produce într-un moment în care nivelul apelor subterane nu este ridicat, dar sînt create condițiile pentru ca o altă cauză, poate mai puțin însemnată, să declanșeze alunecarea. Acesta este un caz în care cauzele esențiale nu sînt clare la prima vedere și pot conduce la o soluționare eronată a problemei.

5. Scăderea rapidă a nivelului de apă. Dacă nivelul apei într-un bazin scade foarte încet, atunci suprafața apei în taluz coboară și ea încet, rămînînd orizontală. Cînd nivelul apei din bazin scade brusc, iar coborîrea suprafeței piezometrice se produce lent, aceasta se va găsi mai sus de nivelul apei din bazin, și taluzul se va prăbuși (fig. 29).

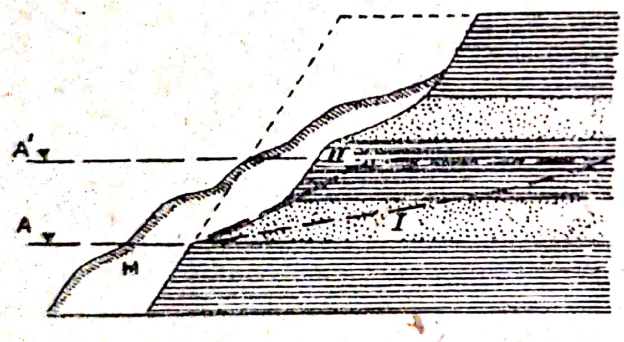


Fig. 29. Alunecarea determinată de scăderea rapidă a nivelului de apă :
I — coborîre lentă ; *II* — coborîre bruscă ; *M* — masa alunecată.

La piciorul taluzului, viteza și presiunea de filtrație corespunzătoare au valori maxime și de aceea în această zonă se produce deplasarea particulelor de pămînt, ceea ce are ca urmare degradarea taluzului începînd de jos în sus.

6. Lichefacerea spontană caracteristică a rocilor de tip nisip. Acest fenomen se produce ca urmare a innundării terenului în perioada dintre ruperea structurii și îndesarea în noile condiții de echilibru, după inundare.

7. Filtrația apei din bazine în versanți, care se manifestă prin :

— dizolvarea liantului și distrugerea coeziunii efective a rocilor ;

Scanned with OKEN Scanner

— distrugerea coeziunii aparente, determinată de tensiunea de suprafață în roci uscate necoerente. Coeziunea aparentă este distrusă atunci cînd aerul din porii unei roci cu asemenea coeziune este eliminat complet și înlocuit cu apă.

— sufozie mecanică ;

— micșorarea rezistenței la tăiere.

Filtrația dintr-un canal sau bazin artificial, fără îmbrăcăminte de etanșare, poate micșora stabilitatea taluzurilor și din cauza spălării în interior a rocilor în punctul de ieșire a prizelor de apă subterană. Din cauza sufoziei, se formează un canal subteran, pe care apa se infiltrează din ce în ce mai mult. La un moment dat, tavanul se prăbușește, manifestîndu-se la suprafață sub forma unei rîpi adînci..

Asemenea fenomene se pot produce la rocile loessoide și nisipurile argiloase.

8. Înghețul și dezghețul provoacă alunecarea sau curgerea taluzurilor, ca urmare a stricării coeziunii în timpul înghețului, formării de lentile de gheață ce duc la creșterea presiunii hidrodinamice a apei în spatele lentilei, sau ca urmare a faptului că taluzurile au fost săpate în perioadă de îngheț, la unghiuri mai mari decît condițiile de stabilitate, iar în perioada de dezgheț, ele încep să alunece (Firiza — Baia Mare).

9. Alterarea este o cauză indirectă a deplasărilor de teren ; ea determină scăderea coeziunii rocilor mai ales în partea superficială a lor. De cele mai multe ori, o deplasare de teren nu este determinată numai de un singur factor, ci de mai mulți, a căror sferă de acțiune se întrepătrunde. Acești factori acționează fie simultan, fie succesiv.

Alunecările nu se produc în mod necesar imediat după perioada de precipitații, ci se poate scurge un timp destul de lung, în care nivelul apelor subterane crește.

De multe ori, deplasările de teren se produc fără a fi precedate de manifestări caracteristice. Deplasarea se produce numai cînd valorile medii ale rezistenței de tăiere și forțele de tăiere de pe suprafața potențială de alunecare devin egale. Raportul dintre aceste valori se micșorează treptat, astfel că deplasarea apare ca incidentală deoarece nu se pot observa manifestările pregătitoare. Raportul scade brusc numai în cazul șocurilor seismice sau lichefacerii spontane.

În prima fază a deplasării, masele de teren avansează cu o viteză proporțională cu scăderea rezistenței la tăiere ; ulterior, micșorîndu-se forțele ce contribuie la deplasare, viteza scade și masele au stabilitate din ce în ce mai mare, ajungînd să aibă aspectul unei curgeri plastice, sau se opresc.

Scanned with OKEN Scanner

Viteza curgerii depinde de următorii factori :

— condițiile de zăcămînt ale rocilor (structura și poziția stratelor);

— înclinarea suprafeței de alunecare ;

— cauzele care generează alunecarea.

Viteza de curgere a unei alunecări poate fi determinată experimental pe teren (fig. 30), cu ajutorul unor profile transversale pe alunecare, jalonate și prevăzute la capete cu cîte un reper pe roca în loc. După un timp se observă că jaloanele din masa în alunecare s-au deplasat de pe aliniamentul inițial cu o distanță, care raportată la timp, exprimă viteza deplasării în acel punct.

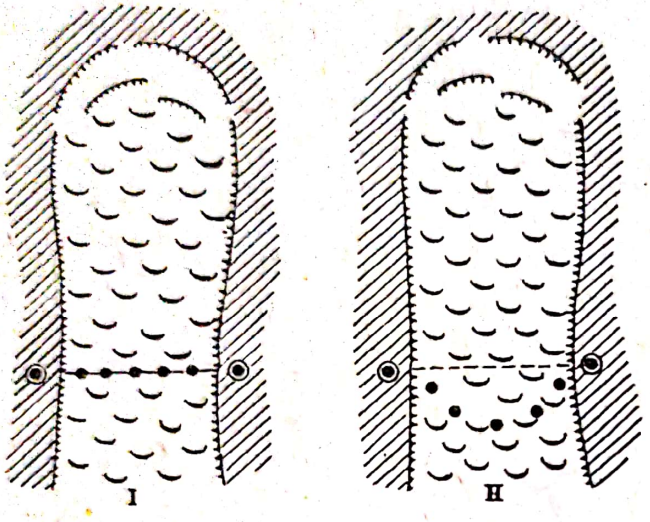


Fig. 30. Determinarea vitezei de înaintare a alunecărilor de teren :

1 — roci nederanjate ; *2* — linia de desprindere ; *3* — masa alunecătoare ; *4* — repere pe rocile nederanjate ; *5* — jaloane pe masa alunecătoare ; *I* — la începutul determinării ; *II* — la sfîrșitul determinării.

Pentru rocile omogene care se fisurează puternic, este caracteristică suprafața abruptă de alunecare ; în asemenea cazuri, deplasarea se produce brusc. Alunecări rapide se produc în nisipurile saturate cu apă sau în argilele cu sensibilitate ridicată la înmuiere. În formațiunile aluvionare ca și în argilele cu sensibilitate redusă la înmuiere viteza de deplasare nu este de obicei mai mare de 0,3 m/min.

După producerea deplasării, dacă nu s-au schimbat proprietățile fundamentale ale rocilor, mișcarea ia forma curgerii plastice ; ea poate fi determinată de amestecarea cu apă a materialului, sau de ruperea legăturilor structurale. În asemenea condiții, rocile ce formează pereți verticali, pot să curgă la o pantă de 6° fără modificarea umidității.

3. Clasificarea deplasărilor de teren

Deși studiul deplasărilor de teren constituie o preocupare încă de la sfîrșitul sec. al XIX-lea, pînă în prezent nu s-a realizat o clasificare satisfăcătoare, care să corespundă cerințelor ridicate de

Scanned with OKEN Scanner

practică. Aceasta se datorește faptului că deplasările de teren se produc în condiții de zăcămînt diferite, în regiuni foarte variate din punct de vedere al evoluției geologice a scoarței, fiind determinate de un ansamblu de factori ce diferă de la o deplasare la alta. Fiecare din elementele constituente ale deplasării sau factorii ce determină alunecarea pot constitui un criteriu de clasificare.

Clasificarea deplasărilor de teren apare ca o necesitate, în vederea combaterii lor. Cunoscîndu-se caracterul fenomenului, se pot găsi și mijloacele cele mai eficiente pentru prevenirea și combaterea lui.

Prof. F. P. Savarenski a întocmit o clasificare care are la bază următoarele criterii :

— modul de zăcămînt și poziția stratelor în versant ;
— aspectul suprafeței de alunecare ;
— factorii generatori ;
— caracterul deplasării ;
— raporturile dintre alunecare și versant ;
— timpul de producere a alunecărilor.

După clasificarea lui A. P. Pavlov, în care se are în vedere modul de manifestare a alunecărilor, se deosebesc :

— alunecări delapsive, care încep de la baza versantului ;
— alunecări detrusive, care încep de la partea superioară a versantului ;

N. V. Radionovici, folosind criteriul pierderii stabilității și stricării echilibrului, deosebește :

— alunecări consistente, determinate de modificarea consistenței rocilor care conduce la stricarea echilibrului ;
— alunecări sufozionare, determinate de afînarea rocilor printr-un proces de sufozie ;
— alunecări structurale care se produc pe elementele structurale conforme cu panta.

O altă clasificare, făcută de I. V. Popov, reprezintă o îmbunătățire a celei lui F. P. Savarenki.

Ardito Desio clasifică alunecările astfel :

— pornituri prin surpare ;
— pornituri prin dărîmare sau prăbușire ;
— pornituri prin alunecare ;
— pornituri prin strivire ;
— pornituri prin înmuiere.

Clasificarea prezentată de Q. Zaruba și V. Menčl, are în vedere următoarele criterii :

— mișcarea formațiunilor acoperitoare ;
— mișcarea rocilor neagregate și neconsolidate ;
— pornituri în terenuri coezive.

Scanned with OKEN Scanner

V. Dragoș, în descrierea principalelor categorii de deplasări de teren, folosește o clasificare, ce are în vedere mediul geologic în care se produc deplasările și modul de manifestare al lor.

4. Studiul deplasărilor de teren

În cadrul cercetării deplasărilor de teren, este necesară colaborarea dintre geologi și ingineri, deoarece numai în acest fel problema poate fi complet tratată, atît în ceea ce privește cauzele cît și măsurile de prevenire și combatere.

Studiul deplasărilor de teren comportă, în prima fază, efectuarea de observații în regiunea ce interesează, căutîndu-se să se precizeze condițiile morfologice, geologice și hidrogeologice.

Din punct de vedere morfologic, se fac observații privind :

— raporturile dintre versanți și înclinarea stratelor (strate conforme cu panta ; în contrapantă, sau după un unghi oarecare);

— aspectul general al terenurilor : pentru terenurile afectate de alunecări sînt caracteristice suprafețe vălurite, mici ochiuri de apă, vegetație specifică terenurilor cu umiditate mare ;

— înălțimea versanților și unghiul de pantă ;

— prezența formelor de relief în consolă ;

— poziția arborilor ; în unele cazuri arborii înclinați pun în evidență alunecări mai vechi de teren.

Observațiile geologice privesc :

— stabilirea constituției petrografice a terenului în care s-a produs deplasarea (solubilitatea cimentului rocilor), rocile solubile, alternanțele de diferite tipuri de roci, rocile constituite din minerale tixotropice etc.).

— vîrsta formațiunilor ;

— stabilirea condițiilor de zăcămînt ale rocilor ;

— determinarea gradului de fisurare a rocilor și natura fisurilor ;

— precizarea relațiilor dintre formațiunile rezultate în urma proceselor de alterare și roca vie ;

— magnitudinea seismelor ce afectează regiunea ;

— amploarea mișcărilor tectonice recente sau actuale ;

— urmărirea deplasării reperelor plantate pe anumite profile ;

— observații asupra stării construcțiilor din apropierea zonei cercetate : culee, tuneluri etc. (dacă sînt fisurate).

Observații hidrogeologice :

— variația nivelului apelor subterane, în funcție de cantitatea de precipitații căzute ;

Scanned with OKEN Scanner

— dacă variația nivelului apelor subterane se resimte imediat în urma precipitațiilor, sau după un timp îndelungat, ceea ce denotă o sursă de alimentare îndepărtată ;

— izvoarele ce apar, cu menționarea debitului, mineralizației și tipului de izvor ;

— gradul de mineralizare a apelor, care poate da indicații asupra prezenței unor compuși solubili ;

— constanța debitului apelor ce curg pe versant (scăderea debitului poate conduce la concluzia că pe anumite zone apa se infiltrează în teren);

— variația nivelului apei în bazine sau canale ;

— direcția curenților în bazine.

La considerarea factorilor ce determină și influențează producerea deplasărilor de teren trebuie să se țină seama și de condițiile climatice generale.

Deplasările cu planul de alunecare adînc se manifestă prin presiuni puternice în săpături (puțuri, galerii, tuneluri). În asemenea cazuri este necesar să se delimiteze zonele alunecate de terenurile sănătoase, deoarece, uneori masele deplasate pot să-și păstreze structura lor inițială.

Pentru definitivarea studiului, este absolut necesar să se ia în considerare datele încercărilor de laborator privind proprietățile și caracteristicile fizico-mecanice ale terenurilor ce interesează. Rezultatele încercărilor de laborator dau elementele necesare pentru calcularea construcțiilor ce urmează a se realiza, în vederea asigurării stabilității terenului. Soluția definitivă se dă pe baza acestor calcule, ținînd seama și de condițiile naturale pe care le oferă terenul.

5. Combaterea deplasărilor de teren

Prevenirea și combaterea deplasărilor de teren este posibilă atunci cînd se cunosc factorii și cauzele generatoare. Acest lucru se realizează numai prin studierea structurii geologice a zonei afectată sau susceptibilă de deplasări de teren. Studiul geologic se face prin cartare geologică tehnică și hidrogeologică, completate cu lucrări de explorare. Prin lucrările de explorare se pot face observații directe asupra terenului deplasat și asupra planului după care s-a făcut deplasarea.

Pentru prevenirea prăbușirilor în zonele în care se fac construcții, se recomandă curățirea versanților de blocurile instabile.

Exploatarea grohotișurilor nu trebuie începută din bază mai ales în cazul grohotișurilor mișcătoare. Dacă este absolut necesar

Scanned with OKEN Scanner

să se lucreze într-o zonă de grohotiș activ, lucrările se vor executa repede și se vor arma corespunzător.

S-a constatat că majoritatea alunecărilor de teren se datoresc creșterii presiunii apei în porii rocilor, și că, deși majoritatea alunecărilor se produc în perioada precipitațiilor abundente sau topirii zăpezilor, apele meteorice nu au decît rol auxiliar în producerea fenomenului.

Rezultă, că prima măsură ce trebuie luată, în vederea prevenirii și combaterii deplasărilor de teren este oprirea pătrunderii apei în teren. Oprirea infiltrației apei în teren trebuie bine executată, deoarece, în caz contrar, ele nu și-ar mai atinge scopul de evacuare a apelor, ci s-ar transforma în colectoare ce ar determina o infiltrare mai mare a apelor în teren, după anumite direcții. Dintre metodele aplicate în acest scop se menționează :

— realizarea de îmbrăcăminte puțin permeabilă, pe suprafețe mari deasupra zonei considerate ;

— acoperirea cu nisip sau brăzduirea, pentru a se preveni formarea fisurilor de alterare, care ar favoriza o infiltrație mai accentuată a apelor din precipitații sau de șiroire ;

— compactări sau cimentări pentru combaterea lichefacerii spontane ;

— amenajarea de filtre inverse (în formă de contrabanchetă de nisip), în cazul coborîrii bruște a nivelului de apă din bazin ;

— executarea de drenuri (în cazul cînd factorul principal este apa subterană), pentru a evita pătrunderea apei în zona supusă alunecărilor (fig. 31); poziția și tipul drenului sînt determinate de condițiile hidrogeologice ale zonei ;

— efectuarea de îmbrăcăminți impermeabile pentru canale și bazine ; în cazul cînd există totuși înfiltrații, se folosesc drenuri de adîncime ;

— crearea, în dreptul izvoarelor, a unui strat de consolidare, filtru invers, sau a unui drenaj corespunzător pentru combaterea sufoziei.

Ca măsuri de prevenire a deplasărilor de teren, se recomandă :

— împădurirea terenurilor (în special a celor afectate de porniturі superficiale) cu esențe ce au rădăcini adînci ; tipul de împădurire se alege în funcție de condițiile climatice locale ;

— micșorarea unghiului de pantă, prin crearea de berme pe taluz și evacuarea apelor de precipitație prin drenuri ; (la versanții constituiți din roci moi și roci dure, în alternanță, este recomandabil ca taluzul să fie săpat în rocile dure, iar bermele în roci moi).

— ziduri de sprijin (în special pentru apărarea căilor de comunicație și a construcțiilor);

— oprirea săpăturilor la baza versantului, în cazul cînd acesta prezintă semne de pierdere a stabilității (împingeri, fisuri la partea superioară etc.);

— în cazul versanților supuși eroziunii unui rîu, se prevăd epiuri, gabioane, ziduri de sprijin; pentru faleze se prevăd diguri sau ziduri de sprijin, care să preia forța valurilor;

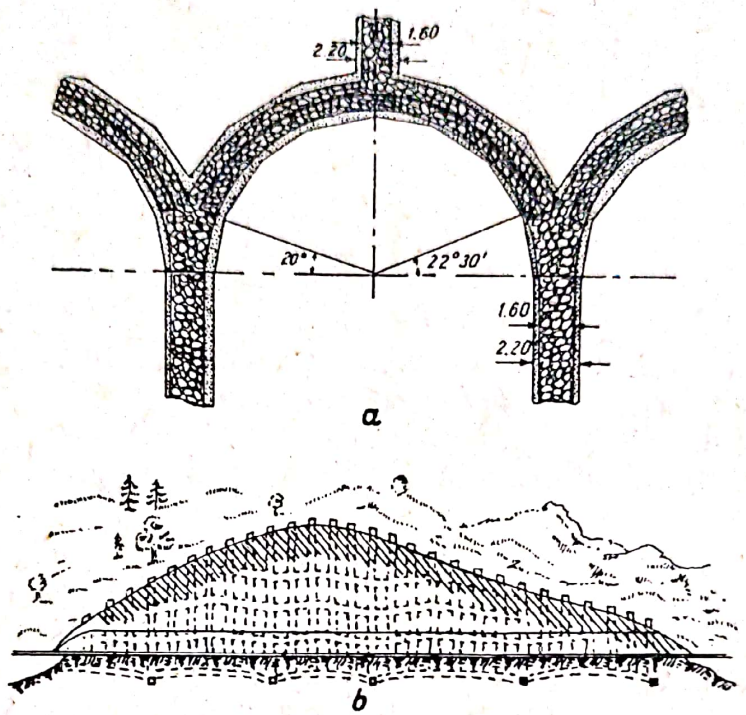


Fig. 31. Dren pentru prevenirea infiltrațiilor în vederea consolidării taluzurilor:
a — vedere în plan a unui dren; *b* — secțiune verticală.

— în zonele constituite din roci solubile, se recomandă evitarea schimbării condițiilor naturale de circulație a apelor superficiale sau profunde, deoarece se riscă să se schimbe condițiile de echilibru, care determină scufundări. În cazul în care se constată apariția de depresiuni la suprafața terenului acestea trebuie drenate imediat.

Deplasările de teren pot fi provocate și de pierderile de apă din conducte, mai ales la construcțiile hidrotehnice. De aceea, trebuie asigurată o bună etanșare a conductelor; starea acestora va fi controlată periodic pentru a se preîntîmpina orice deplasare, care ar avea ca efect ruperea conductei. În acest sens, trebuie să se țină seama și de adîncimea de încastrare a masivelor de ancoraj a conductelor.

Același efect îl au și infiltrațiile din canale, mai ales din cele situate pe coaste.

Scanned with OKEN Scanner

Măsurile de prevenire enumerate prevăd în special prevenirea deplasărilor de teren și acțiunea lor este îndreptată spre suprimarea cauzelor ce produc deplasările. Realizarea unora dintre ele este foarte grea și costisitoare ; de aceea, înainte de a se trece la executarea lor, trebuie cunoscute precis cauzele generatoare ale deplasării.

Totodată este necesar să fie luate măsuri și în ceea ce privește alunecarea propriu-zisă, deoarece chiar dacă aceasta și-a găsit un echilibru momentan, există permanent pericolul de a fi pusă din nou în mișcare.

În general, măsurile de prevenire și măsurile de combatere au caractere asemănătoare dar, uneori, pentru asigurarea stabilității unui volum de roci alunecat, lucrările de consolidare ce se execută sînt mult mai dificile decît măsurile preventive, deoarece există permanent pericolul de alunecare.

Uneori, înainte de efectuarea lucrărilor definitive, este necesară executarea de lucrări auxiliare (de exemplu, consolidarea prin înghețare, drenarea electroosmotică etc.), care să asigure stabilitatea masei alunecate în timpul execuției lucrărilor definitive.

Pentru stabilizarea maselor alunecate se prevăd pinteni de pămînt, puțuri arse, chesoane, piloți forați, piloți compactați, ziduri de sprijin și masive de beton, în paralel cu executarea de drenuri. Aceste măsuri sînt eficiente numai dacă străbat terenurile deplasate și pătrund în terenurile în loc, adică dacă sînt fundate sub planul de deplasare.

O atenție deosebită trebuie acordată prevenirii deplasărilor de teren, în cursul lucrărilor de săpătură ce se execută pe șantiere. Trebuie evitată supraîncărcarea versanților, deoarece prin sporirea sarcinii prin încărcare, terenurile se pun în mișcare, iar drenurile nu mai funcționează. De asemenea, circulația apelor cu chimism deosebit de cele în regim normal poate avea o acțiune de dizolvare, favorizînd alunecarea terenurilor deja solicitate prin decompresiunea datorită săpăturilor.

CUTREMURE DE PĂMÎNT

Prin cutremure de pămînt se înțeleg zguduirile naturale ale pămîntului, care încep brusc și sînt de scurtă durată. Ele se produc la adîncimi variabile în scoarță sau sub ea și sînt datorate unor cauze diverse, încă nu complet identificate, dar care în etapa actuală de cunoștințe pot fi grupate în trei categorii, care generează tot atîtea tipuri de cutremure :

Scanned with OKEN Scanner

Cutremure de natură tectonică. Cele mai multe cutremure (circa 90%), și de fapt cele mai puternice, se datoresc unor cauze tectonice fiind legate de mișcările de ridicare și coborîre a diverselor compartimente de roci din interiorul pămîntului. Cînd energia acestor mișcări depășește coeficientul de plasticitate al rocilor se produce o ruptură, iar mișcarea are loc brusc, cu o mare degajare de energie, punînd în mișcare volume importante de roci.

Faliile din interiorul pămîntului favorizează aceste mișcări, constituind uneori chiar ele plane de alunecare. În acest caz, de obicei, intensitatea cutremurului este mai mică.

Cutremurele tectonice se formează la adîncimi mari (100—700 km), sînt puternice, uneori catastrofale.

În ultima vreme capătă răspîndire ideea lui Egedy Laszlo, care consideră că principală cauză a formării cutremurelor adînci sînt procesele de dezintegrare radioactivă, a căror energie degajată ar pune în vibrație scoarța pămîntului. Ipoteza ar putea explica formarea cutremurelor a căror sediu se găsește la adîncimi foarte mari (700—800 km), unde pot fi greu presupuse cauze tectonice.

Cutremure de prăbușire. În anumite zone în scoarța pămîntului există goluri rezultate din dizolvarea rocilor ușor solubile (sare, gips, calcar etc.) de către apele subterane. Tavanul și uneori chiar pereții acestor goluri se pot prăbuși, dînd naștere unor cutremure locale, de slabă intensitate, numite cutremure de prăbușire.

Cutremure vulcanice. Zonele cu vulcani activi sînt afectate adesea de cutremure a căror cauză o constituie exploziile gazelor din magmă, în drumul acesteia spre suprafața pămîntului. Aceste cutremure au efect local, fiind în general de intensitate mai mare decît cea a cutremurelor de prăbușire.

Cutremurele care pot fi simțite pe teritoriul țării noastre sînt de origine tectonică.

Indiferent de cauza care îl determină, orice cutremur are un punct sau o zonă în interiorul pămîntului, unde începe inițial zguduirea. Acesta este locul de origine al cutremurului numit *focar* sau *hipocentru* (fig. 32), respectiv zona focarului sau zona hipocentrului. Energia de oscilație a fiecărei particule din focar este transmisă particulelor vecine, care la rîndul lor, vor determina mișcarea altor particule învecinate. În acest fel, din aproape în aproape, întreg mediul intră în vibrație, luînd naștere unde elastice ce se propagă din toate direcțiile și care se numesc *unde seismice*. Propagîndu-se în interiorul pămîntului, în toate direcțiile mediului care înconjoară focarul, undele seismice se mai numesc și *unde de volum*.

Scanned with OKEN Scanner

Cercetări amănunțite au pus în evidență faptul că undele de volum se compun de fapt din două tipuri de unde cu caracteristici diferite : *unde longitudinale* și *unde transversale.*

Undele longitudinale sînt oscilații ale moleculelor în sensul direcției de propagare a energiei. Ele se manifestă prin condensări

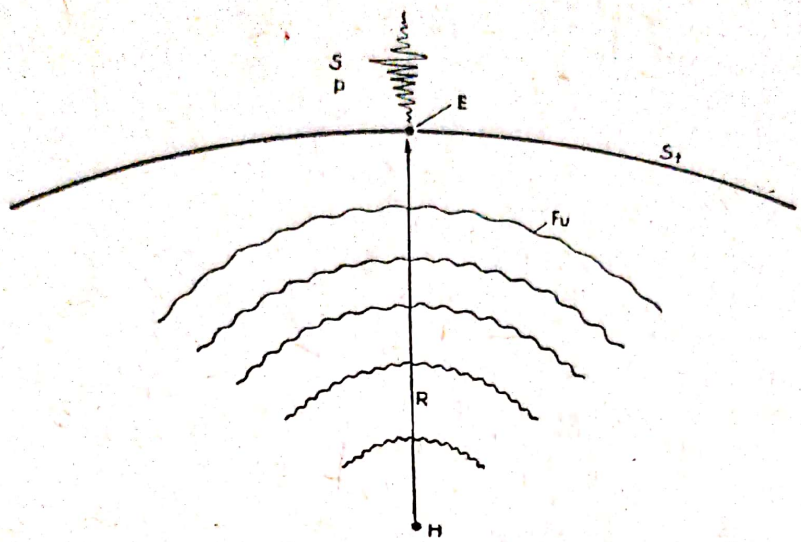


Fig. 32. Hipocentrul și epicentrul unui cutremur :
H — hipocentru ; *E* — epicentru ; *St* — suprafața pămîntului ; *R* — raza frontului de undă ; F_u — frontul undei seismice ; *P* — unde longitudinale ; *S* — unde transversale.

și dilatări alternative ale materiei, cu o mică variație de volum a mediului (fig. 33). Viteza lor de propagare este de 7—13 km/s.

Undele transversale sînt oscilații ale moleculelor, perpendiculare pe direcția de propagare a energiei, care creează deplasări ale materiei pe această direcție fără a produce o variație de volum (fig. 34). Viteza lor de propagare este de 4—7 km/s.

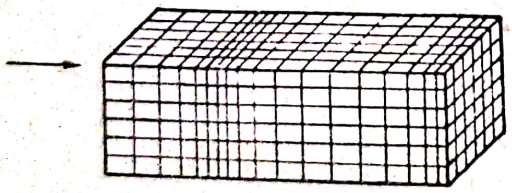


Fig. 33. Propagarea undelor longitudinale (săgeata indică sensul de propagare a undelor).

Ajungînd la suprafața pămîntului, care constituie o limită de separație între două medii cu caracteristici elastice diferite (atmosfera și scoarța terestră), undele de volum provoacă la rîndul lor formarea unui nou tip de unde care se propagă în vecinătatea suprafeței pămîntului și care se numesc *unde de suprafață.* Acestea sînt cele mai puternice și pot avea efecte distrugătoare.

Punctul de pe suprafața pămîntului care intră primul în vibrație se numește *epicentru* (v. fig. 32). El este punctul cel mai apropiat de hipocentru.

Primele unde care sosesc la epicentru sînt, datorită vitezei lor mai mari, undele longitudinale. Acestea sînt unde precursoare cutremurului. Apoi urmează undele transversale care provoacă primele distorsiuni și trepidări. Undele longitudinale și undele transversale dau naștere la suprafața pămîntului undelor de supra-

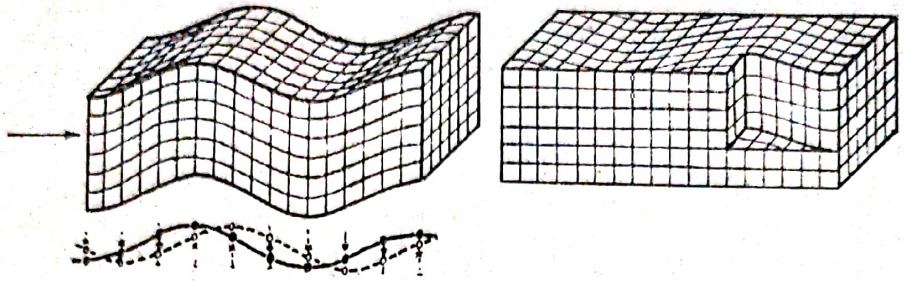


Fig. 34. Propagarea undelor transversale.

față, care au efect puternic asupra oamenilor și construcțiilor. Din acest ansamblu de unde, unele dintre ele se pot interfera cu altele și în acest caz efectul rezultat este mult complicat.

Un cutremur de pămînt nu constă dintr-o singură zguduire, ci dintr-o înlănțuire de zguduiri, de intensități și direcții diferite, a căror efecte se compun.

Pentru a înțelege cît de complicat este acest proces trebuie reținut că undele de suprafață au în componență, atît unde longitudinale de suprafață, cît și unde transversale de suprafață. Rayleigh a arătat că aceste mișcări vibratorii perpendiculare se compun în așa fel încît mișcarea unei particule din sol se face după o elipsă cu axa mare verticală, deci perpendiculară pe direcția de propagare. Undele rezultate se numesc *unde Rayleigh* (fig. 35). Viteza lor de propagare este de 3,5—4 km/s.

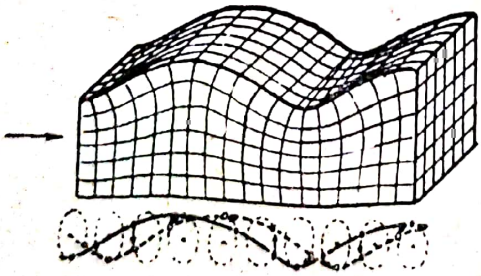


Fig. 35. Unde Rayleigh.

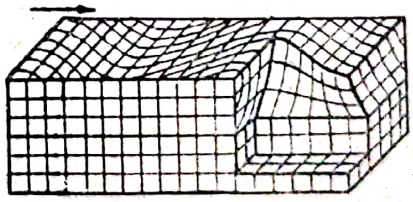


Fig. 36. Unde Love.

Love a pus în evidență existența unor unde de suprafață transversale, cu direcție de propagare orizontală, care s-ar datora unei suprafețe de discontinuitate, situată la mică adîncime în scoarță, într-un plan paralel cu suprafața solului. Viteza acestor unde, numite *unde Love*, (fig. 36) este puțin mai mare decît cea a undelor Rayleigh.

Un cutremur de pămînt este deci un fenomen complex, provocat de cauze diferite, care se manifestă prin zguduiri ale scoarței, determinate de diferite tipuri de unde seismice, a căror individualizare și contribuție la efectul general este greu de stabilit.

Într-o mișcare atît de complexă, elementele undelor seismice, traiectoria, viteza și accelerația, sînt practic imposibil de determinat. Pentru acest motiv mișcarea provocată de un cutremur se asimilează cu o mișcare oscilatorie ideală de formă sinusoidală. În acest fel, elementele amintite pot fi calculate, rezultatele ce se obțin fiind apropiate de cele determinate experimental.

Deplasarea unei particule în mișcare sinusoidală este dată de relația :

$$y = a \sin \omega t$$

unde y este deplasarea la timpul t măsurat de la zero pînă la un moment dat, iar $\omega = \frac{2\pi}{T}$, în care T este perioada în care se produce o oscilație completă. Viteza particulei este dată de derivata întîia a lui y, în raport cu timpul :

$$V = \frac{dy}{dt} = a \cos \omega t$$

iar accelerația de derivată a doua a lui y în raport cu timpul :

$$A = \frac{d^2y}{dt^2} = -a\omega^2 \sin \omega t.$$

Din această expresie rezultă că accelerația are aceeași variație periodică cu deplasarea, iar intensitatea ei maximă este dată de maximul funcției $\sin \omega t$, care este egal cu 1. Deci accelerația maximă va fi :

$$A_{max} = a\omega^2 = a \frac{4\pi^2}{T^2}.$$

Stabilirea valorii accelerației maxime permite determinarea coeficientului de zguduire (de seismicitate) a construcțiilor, în funcție de care se poate calcula rezistența acestora la efectul cutremurelor.

Valoarea coeficientului de zguduire K este dată de raportul : $K = \frac{A_{max}}{g}$, unde g este accelerația gravitației.

Metodele de calcul sînt diferite, în funcție de condițiile speciale fiecărui teritoriu în parte, și înțelegerea lor cere cunoștințe avansate de statică, dinamică, rezistența materialelor și matematici superioare.

Scanned with OKEN Scanner

In anul 1947 savantul sovietic A. G. Nazarov a pus bazele celei mai moderne și mai raționale metode de calcul seismic al construcțiilor, bazate pe teoria dinamică de calcul al construcțiilor supuse la solicitări seismice. În esență metoda constă în „urmărirea experimentală și determinarea efectului maxim pe care îl produc cutremurele asupra unor sisteme elastice simple, care modelează construcțiile reale prin caracteristicile lor de frecvență și cele de amortizare".

Pentru teritoriul țării noastre, la aprecierea sarcinilor seismice pentru construcții se au în vedere următorii parametri complecși ; caracteristicile statico-dinamice ale construcției (perioadele naturale de vibrație a construcției, modurile normale de vibrație, gradul de amortizare a structurii, mărimea și distribuția maselor), proprietățile dinamice ale mișcării seismice (intensitatea energiei de adsorbție a undelor seismice pentru zona în care este amplasată construcția) și proprietățile fizico-mecanice ale terenului (rigiditatea dinamică a terenului de fundație, condițiile geotehnice ale mediului prin care se propagă undele seismice).

Simpla enumerare a acestor factori poate sugera cît de complicat este un asemenea calcul, dar executarea lui este problema de bază a asigurării rezistenței construcțiilor la acțiunea seismică.

Cap. IV. NOȚIUNI DE GEOMORFOLOGIE

În lucrările de geologie tehnică, studiul formelor de relief ale terenului are o mare importanță. În acest capitol se prezintă principalele elemente de geomorfologie aplicată, necesare în cercetările de geologie tehnică.

Geomorfologia este știința care se ocupă cu studiul formelor de relief. După amploarea pe care o au și după geneză, formele de relief se împart în trei mari ordine :

1. Forme de ordinul I — formele geostructurale — care se referă la blocurile continentale și bazinele oceanice ;
2. Forme de ordinul II — formele macrostructurale sau tectonice : munții, podișurile, cîmpiile ;
3. Forme de ordinul III, forme sculpturale, care constituie amănuntele de la suprafața scoarței pămîntului.

În cercetările pentru construcții interesează în mod deosebit formele de ordinul III, deoarece, în general, construcțiile nu au

Scanned with OKEN Scanner

dimensiuni prea mari; numai în unele cazuri (construcția unui tunel sau o cartare hidrogeologică regională) prezintă interes și formele de ordinul II.

Formele de ordinul III — sculpturale —, se formează sub acțiunea factorilor morfosculpturali, care sînt de două categorii:

a) majori: ape curgătoare, mări, vînturi și ghețari;

b) minori: dezagregarea fizică, descompunerea chimică, acțiunea biosferei (inclusiv activitatea omului), ablația și agenții de transport în masă.

Acțiunea agenților majori este în general precedată și însoțită de acțiunea agenților minori.

1. Morfosculptura minoră

Formele de relief create de morfosculptura minoră corespund acțiunii factorilor minori.

Dezagregarea fizică a rocilor este rezultatul insolației și înghețului.

Insolația determină transformarea rocilor poliminerale, în special a celor de tipul granitului, în grus sau arenă (munții Dobrogei).

Înghețul are ca efect desprinderea de blocuri din versanți și acumularea lor haotică pe pante sau la baza acestora.

Acțiunea combinată a insolației și înghețului conduce la acumularea de cantități imense de blocuri, ce formează zone de grohotișuri, cum se constată pe versantul nordic al munților Bucegi și Făgăraș. Dacă acțiunea combinată a insolației și înghețului este însoțită și de alterarea chimică, se produce dezagregarea sferoidală a masivelor de roci compacte (de ex. cariera Surduc — Banat). Cînd roca are o tendință de separare după plane orizontale și mai puțin după plane verticale, rezultă forme de dezagregare, numite saltele. Într-un stadiu avansat, dezagregarea sferoidală în saltele duce la o exfoliere a rocilor din partea superficială.

Descompunerea chimică se manifestă în special prin dizolvarea rocilor solubile, — calcare, gipsuri, sare. Rezultatul dizolvării este formarea de mici șănțulețe, denumite karren sau lapiez, pe suprafața rocilor solubile. În R.P.R. se cunosc asemenea forme la Lespezi-Scropoasa, Cheile Turzii, Slănic-Prahova etc. (fig. 37).

Într-un stadiu avansat, acțiunea de dizolvare duce la apariția de forme caracteristice — doline, avene, peșteri — așa-numitele *forme de relief carstic*.

Prin dizolvarea cimentului solubil al unor roci (argilă, loess), sub acțiunea sarcinii rocilor de deasupra, se produce tasarea, care

Scanned with OKEN Scanner

poate duce la periclitarea stabilității construcțiilor executate în apropiere.

Foarte frecvent în natură este fenomenul de *hidratare.* De exemplu, din silicații de aluminiu iau naștere prin hidratare argilele, iar din anhidrit gipsul. În ambele cazuri, fenomenul este în-

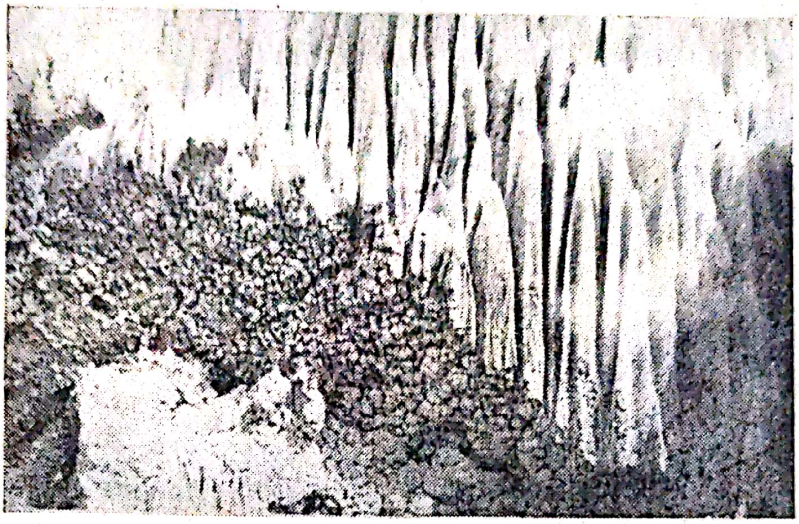


Fig. 37. Lapiez format pe suprafața sării (Slănic-Prahova).

soțit de o mărire de volum care duce la o exfoliere superficială (dezagregarea sferoidală) sau la formarea de cute secundare (gips).

Oxidația este, de asemenea, un fenomen chimic foarte răspîndit. Sub acțiunea apelor de șiroire și de infiltrație, fierul conținut sub diferite forme în roci este oxidat, rocile își pierd rezistența la eroziune, iar solul capătă o culoare roșcată.

Ablația determină forme de relief, în special în rocile slab coerente. Suprafețele argilo-marnoase denudate pot fi spălate superficial, exclusiv prin acțiunea mecanică a apelor de șiroire. Astfel, pe pante ia naștere o rețea de șănțulețe, cu atît mai ramificată cu cît suprafața inițială a fost mai neregulată. Prin acumularea materialului spălat la baza pantei pot lua naștere forme de relief asemănătoare valurilor și monticulilor ce se produc în urma alunecărilor de teren. Cînd terenurile argiloase conțin blocuri de roci dure, fiecare bloc opune rezistență șiroirii, protejînd argila de dedesubt, astfel că ablația se produce numai de jur împrejurul blocurilor ; acest fenomen are ca rezultat formarea de „piramide coafate". La noi în țară asemenea piramide se cunosc pe valea Rîului Doamnei.

La structurile orizontale, constituite din alternanțe de roci cu durități inegale, prin spălarea stratelor de rocă slabă, stratele de

rocă rezistentă rămîn în relief. În cele din urmă, stratele rămase fără sprijin se prăbușesc sub propria lor greutate, acumulîndu-se la baza pantei, unde formează un taluz. Acest fenomen este mai bine pus în evidență în cazul structurilor înclinate (70°) sau verticale, cînd stratele mai puțin rezistente sînt spălate, iar cele mai rezistente formează creste alungite numite *hog-back*. În mod asemănător sînt puse în evidență, în regiunile vulcanice, *dyckurile*.

În regiunile constituite din roci argiloase și loess, sub acțiunea apelor de șiroire, se creează un relief caracterizat prin rîpi sau alunecări de teren, numit *bad-land*.

Relieful de hog-back și bad-land se întîlnește la noi în țară în Carpații de la curbură.

2. Morfosculptura majoră

Formele sculpturale majore sînt create de acțiunea agenților majori (ape curgătoare, mări, ghețari și vînturi) care dau naștere fenomenelor de eroziune, abraziune, eroziune glaciară, deflație. După cum s-a arătat, acțiunea agenților majori este precedată, pregătită și însoțită de acțiunea agenților minori.

Apele curgătoare. Acțiunea apelor curgătoare la suprafața scoarței se manifestă prin eroziune, transport și depunere. Dintre acestea, eroziunea și depunerea prezintă un interes deosebit pentru geomorfologie.

Tipul elementar de apă curgătoare este torentul. Într-un aparat torențial se disting trei părți : bazinul de recepție, canalul de scurgere și conul de dejecție.

Cursurile de apă mai mari tind, prin eroziune regresivă, la stabilirea profilului de echilibru și prin aceasta contribuie la împlinirea ciclului de eroziune, care se încheie prin realizarea peneplenei.

Evoluția ireversibilă a formelor de teren, de la starea inițială la starea finală, trecînd prin stadiile de tinerețe, maturitate și bătrînețe, se numește *ciclu de eroziune*. Realizarea ciclului de eroziune sau, în cazul apelor curgătoare, a profilului de echilibru, presupune o stabilitate relativă a regiunii.

Rîurile, prezintă în lungul lor porțiuni de tinerețe, maturitate și bătrînețe, corespunzătoare cursului superior, mediu și inferior. Pe aceste porțiuni văile au forme și caractere specifice.

Văile tinere se caracterizează prin predominanța eroziunii liniare asupra eroziunii laterale.

În profilul longitudinal al văilor apar numeroase neregularități, rupturi de pantă etc. În porțiunile mai coborîte ale profilului longitudinal (depresiuni tectonice, în aval de rupturile de pantă)

se produce o acumulare a materialului care dă naștere cîmpiilor de munte. Procesele de pantă, — alunecări, prăbușiri, ravinări —, sînt foarte active.

Profilul transversal al văii tinere este în formă de V ascuțit, datorită adîncirii rapide a talvegului.

Unul din fenomenele cele mai răspîndite la văile tinere este captarea (fig. 38).

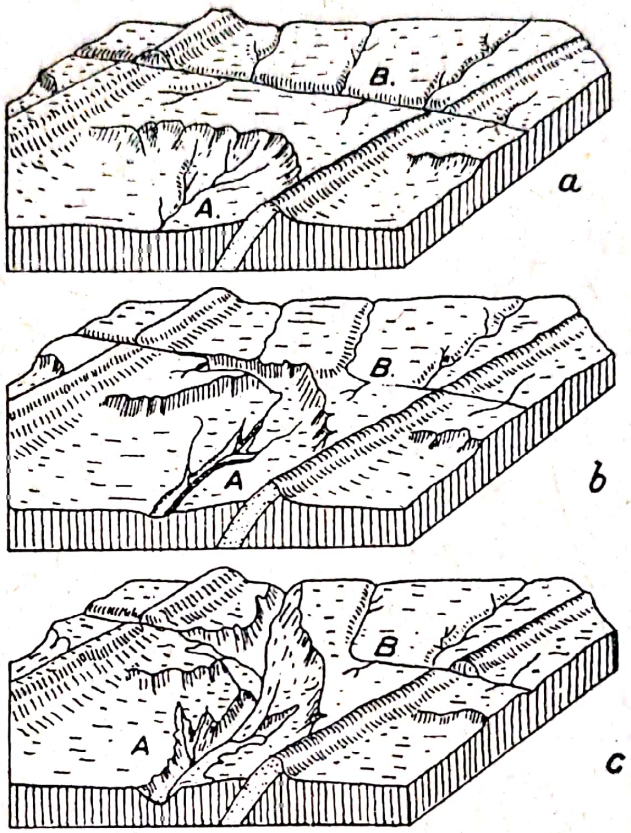


Fig. 38. Fenomenul de captare:
a — afluenții pîrîului *A* înaintează prin eroziune regresivă către rîul *B*; *b* — pîrîul *B* este capturat și abătut în pîrîul capturant *A*; *c* — valea pîrîului *A* se extinde și se adîncește.

În evoluția către stabilirea profilului de echilibru, rîurile tind să-și mărească continuu bazinul de recepție. În felul acesta, cumpăna apelor este treptat deplasată prin eroziune regresivă, din spre rîul cu nivel de bază mai coborît, către rîul cu nivel de bază mai ridicat, avînd ca rezultat final captarea acestuia.

Datorită fenomenului de supraimpunere se întîmplă adesea ca văile tinere să prezinte meandre adîncite (vezi tipuri de văi).

Văile mature se caracterizează prin predominanța eroziunii laterale asupra eroziunii liniare. Profilul longitudinal al văii s-a regularizat, ajungînd aproape de profilul de echilibru, iar profilul

Scanned with OKEN Scanner

transversal are formă de U. Eroziunea, transportul și depunerea sînt echilibrate.

Prin eroziunea laterală are loc lărgirea văii, iar prin depunerea materialului transportat iau naștere sesurile aluviale; acestea conțin pînze de apă freatică care pot alimenta direct rîul, asigurîndu-i debite mai constante.

La trecerea rîurilor din zonele muntoase în cîmpie, datorită scăderii bruște a pantei, materialul transportat este depus sub forma unor conuri de dejecție imense. Acestea se îngemănează și se suprapun formînd un fel de glacis uniform înclinat către aval, denumit *cîmpie aluvială de piemont*.

Cîmpiile de piemont se caracterizează printr-o pantă relativ mare și prin văi cu profil longitudinal convex, datorită supraaglomerării materialului aluvionar.

În stadiul de maturitate, datorită oscilației nivelului de bază, de o parte și de alta a rîului se dezvoltă numeroase nivele de terasă.

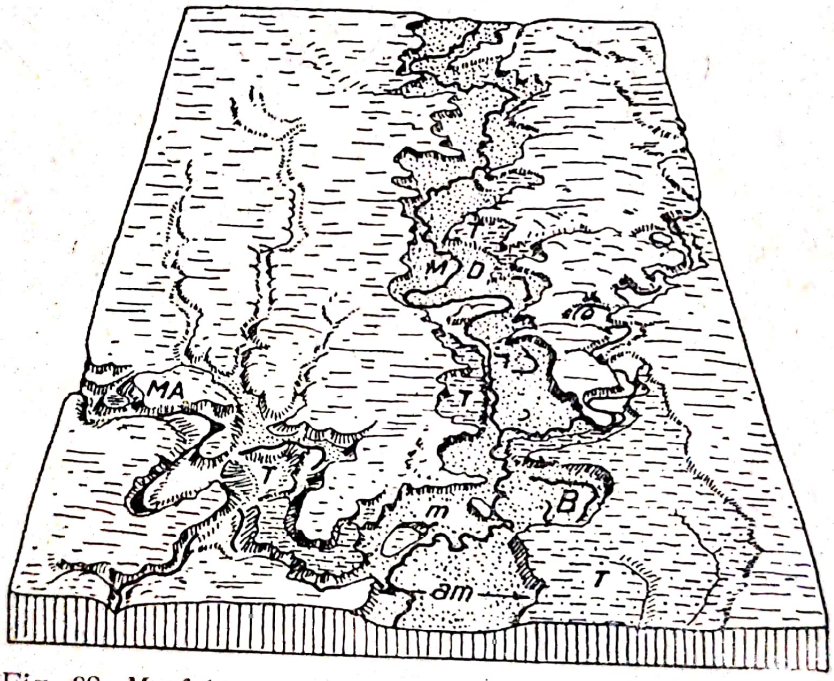


Fig. 39. Morfologia unei văi mature (confluența Cîlnișteі cu Glavaciocul) :
T — terase ; *MA* — meandre adîncite ; *MD* — meandre divagante ; *am* — albia majoră ; *B* — belciuge ; *m* — martor de eroziune.

Cursurile de apă ce se află în stadiul de maturitate, datorită micșorării considerabile a pantei, formează pe cuprinsul cîmpiei aluviale meandre divagante, brațe părăsite, popine, grinduri și, după cum s-a arătat, terase locale (fig. 39).

Uneori, datorită depunerii aluviunilor, în mijlocul albiei rîului se formează insule de formă alungită denumite *ostroave*.

Văile bătrîne se caracterizează printr-un profil longitudinal apropiat de nivelul de bază și prin profil transversal în formă de U larg deschis, aproape orizontal (peneplenă). Rîul formează zone de mlăștinire și meandre divagante prin care apa abia curge. La vărsarea în mare se formează delte.

În funcție de intensitatea eroziunii, modelarea versanților și acumulare, iau naștere diferite tipuri de văi (fig. 40).

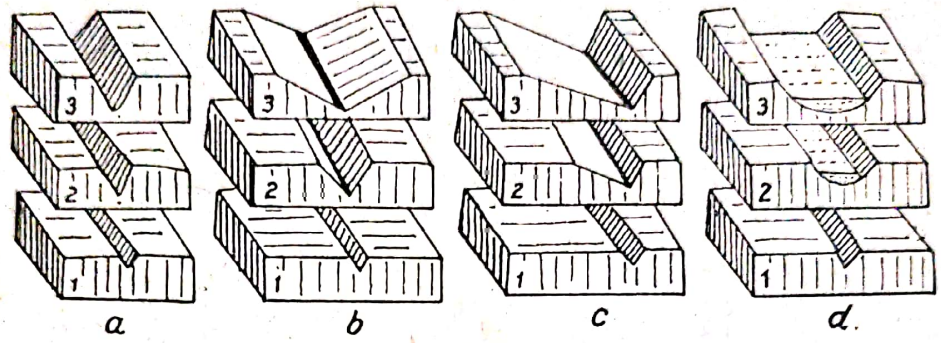


Fig. 40. Tipuri de văi :
a — vale în cheie ; *b* — vale normală cu profil în V ; *c* — vale asimetrică ; *d* — vale cu șes aluvial ; *1, 2, 3* — stadii de evoluție.

— cînd predomină eroziunea se formează o vale în chei ;
— cînd predomină modelarea versanților, se formează o vale normală (vezi morfosculptura minoră), în formă de V ce se lărgește progresiv. Dacă modelarea versanților este inegală valea va fi asimetrică.

— Cînd predomină aluvionarea ia naștere o vale cu șes aluvial.

Evoluția văii este influențată de natura rocilor în care ea este săpată și de climă. De exemplu, rocile dure și permeabile favorizează formarea văilor în formă de chei, iar rocile moi și friabile, prin intense procese de pantă, duc la formarea văilor normale, înaintea atingerii stadiului de maturitate.

Anumite condiții geologice (ridicări și scufundări ale scoarței) și climatice pot favoriza acumularea chiar în cursul superior al unei văi. În acest caz iau naștere văi cu luncă aluvială, favorabile formării lacurilor de acumulare, acolo unde în mod obișnuit ar trebuie să existe văi în chei sau văi normale.

Datorită unor cauze geologice și climatice se pot forma văi asimetrice (versanți formați din roci de durități diferite sau expuși în mod diferit agenților atmosferici etc.).

În cursul evoluției unei regiuni, o vale săpată în roci slabe se adîncește în rocile tari din fundament, formînd uneori chei. Aceste văi poartă numele de *văi epigenetice*.

Sînt cazuri cînd o vale matură, cu șes aluvial și meandre divagante, prin progresarea eroziunii în rocile rezistente din fundament, păstrează unele din caracterele anterioare, transformîndu-se în vale cu meandre adîncite. Aceste văi sînt denumite văi de supraimpunere (cheile Zănoagei, cheile Lăpușului, cheile Turzii etc.).

Văile epigenetice și de supraimpunere sînt favorabile pentru amplasarea barajelor datorită secțiunii mici.

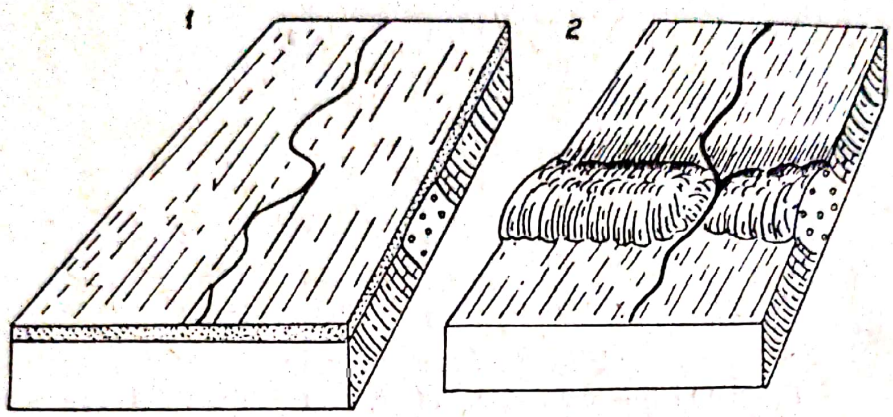


Fig. 41. Fenomenul de epigeneză :
1 — aspectul cursului rîului în rocile slabe de la suprafață ;
2 — continuarea eroziunii în rocile tari de dedesubt și formarea unui defileu.

Fig. 41 reprezintă o vale epigenetică care formează chei la străbaterea unor formațiuni mai dure (conglomerate).

După relațiile dintre sensul de curgere și structura geologică a regiunii pe care o străbat (fig. 42) văile se clasifică astfel :

— văi consecvente, văile al căror sens de curgere corespunde cu înclinarea stratelor (C);

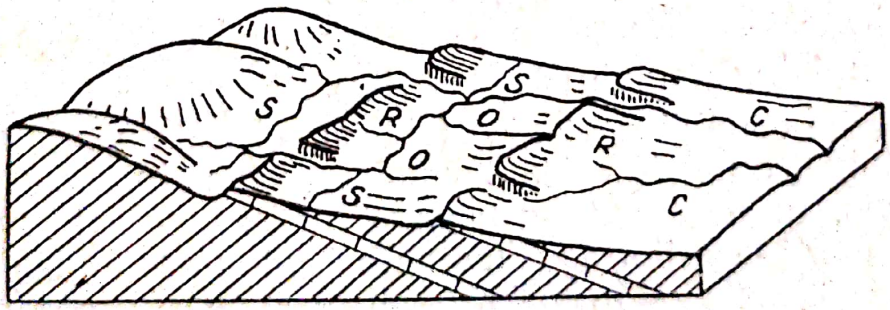


Fig. 42. Tipuri de văi în raport cu structura.

— văi subsecvente, văile al căror sens de curgere este perpendicular pe înclinarea stratelor (S); sînt în general asimetrice ;

— văi obsecvente, văile al căror sens de curgere este contrar cu înclinarea stratelor și perpendicular pe văile subsecvente (O);

— văi resecvente (R), văile al căror sens de curgere este conform cu înclinarea stratelor și care cad perpendicular pe văile subsecvente.

Gheţarii şi formele glaciare. Prin acţiunea lor de eroziune, transport şi depunere, gheţarii dau naştere la forme de relief caracteristice.

Formele de eroziune glaciară sînt *circul glaciar* (*căldarea*) şi *valea glaciară*.

Circul glaciar este grefat în general pe bazinul de recepţie al unei văi torenţiale, modificate prin presiunea gheţii (fig. 43). Are

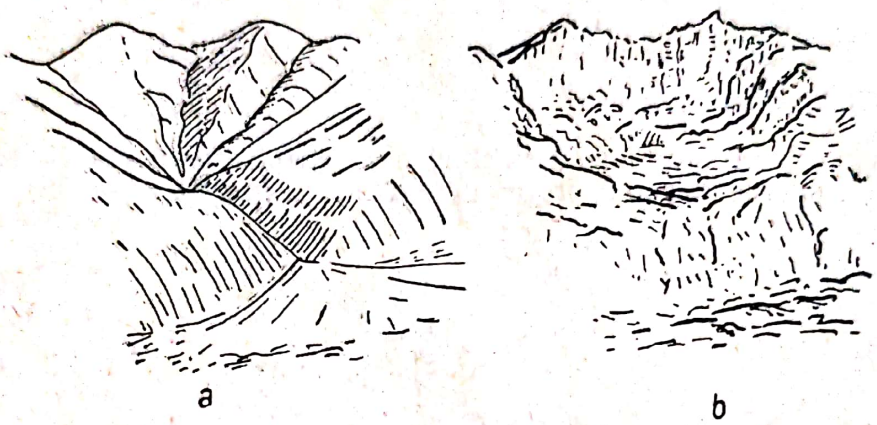


Fig. 43. Schema transformării unui bazin de recepţie torenţial în circ glaciar :
A — bazin torenţial ; *B* — circ glaciar.

pereţi abrupţi, uneori în trepte şi este înconjurat de culmi înguste şi zimţuite, formate prin eroziunea regresivă a mai multor circuri apropiate.

Valea glaciară are un profil transversal în formă de U, cu fundul plat şi pereţii abrupţi, în care se deschid numeroase văi suspendate, rămăşiţe ale unor gheţari mai mici, tributari. În profilul longitudinal al unei văi glaciare apar numeroase rupturi de pantă, cauzate de eroziunea glaciară inegală : mai puternică la pantă mică, unde se poate acumula o mare masă de gheaţă, şi mai slabă la pantă mare, unde gheaţa se rupe formînd crevase (fig. 44).

Formele de acumulare sînt mult mai variate şi prezintă însemnătate economică (rezerve de apă).

În timpul înaintării lor gheţarii transportă material cu dimensiuni foarte variabile (blocuri uriaşe, pietriş). După topirea gheţii aceste materiale rămîn pe fundul văii sub formă de depozite morenice.

Scanned with OKEN Scanner

La debușarea în cîmpurile subalpine, gheţarii şi cursurile de apă ce iau naştere din aceştia depun aşa-numitele *formaţiuni ale complexului fluvio-glaciar* (fig. 45).

În complexul fluvio-glaciar, se distinge *depozitul morenelor frontale*, de formă semicirculară, cu deschiderea orientată spre

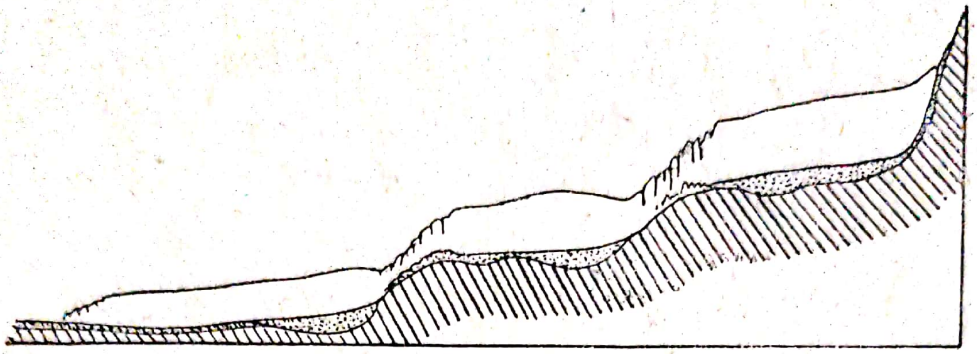


Fig. 44. Profilul longitudinal al unui gheţar alpin (se remarcă rupturile de pantă, crevasele şi eroziunea inegală a patului).

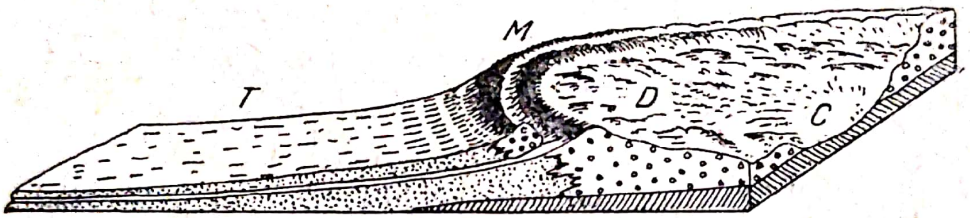


Fig. 45. Morfologia complexului fluvio-glaciar :
C — depresiunea terminală ; M — amfiteatru moreic (morenă frontală) ; D — drummlinuri ; T — con de tranziţie şi terase fluvio-glaciare.

valea gheţarului. În amonte de morena frontală, urmează o zonă vălurită, formată dintr-o înşiruire de movile denumite după formă şi origine *kames, oesar* sau *drumlin*. Această zonă face tranziţia către o cuvetă ocupată adesea de un lac.

În aval de morenele terminale se află conul de tranziţie, în care depozitele glaciare se găsesc în alternanţă cu cele torenţiale.

Acţiunea valurilor, formele litorale. Acţiunea mării asupra scoarţei se manifestă prin abraziune, transport şi depunere.

Abraziunea are ca efect formarea falezelor, stîlpilor, arcadelor, firidelor şi platformelor de eroziune.

Depunerea litorală creează plaje, cordoane litorale, grinduri, perişipuri, delte etc.

După geneză se disting ţărmuri de submersiune, ţărmuri de emersiune, ţărmuri neutre şi ţărmuri mixte.

Ţărmurile de submersiune (fig. 46) sînt cele pe care în urma unei scufundări sau mişcări eustatice, apa acoperă o porţiune de

uscat (țărm cu rias, fiorduri, țărm dalmatin etc.). La noi acest tip de țărm se găsește în Dobrogea de nord.

Țărmurile de emersiune sînt cele rezultate din retragerea apelor și emersiunea unei porțiuni din fundul mării (fig. 47).

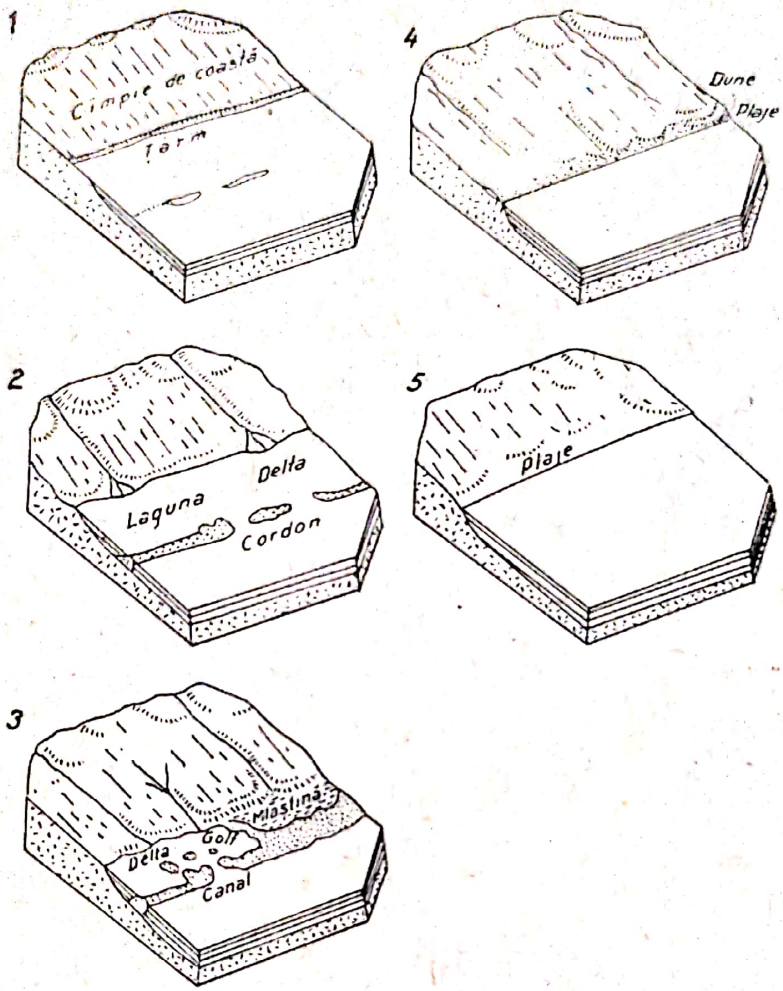


Fig. 46. Evoluția țărmului de submersiune :
1 — stadiul inițial ; *2* — tinerețe timpurie ; *3* — tinerețe mijlocie ; *4* — tinerețe tîrzie ; *5* — maturitate.

Țărmurile mixte rezultă din asocierea țărmurilor de submersiune cu cele de emersiune, în urma oscilației nivelului mării (ex. țărmul Dobrogean).

Deltele se formează în mări fără maree sau cu maree slabe ; formele deltelor sînt dependente de adîncimea mării, de cantitatea aluviunilor și de prezența și sensul curenților litorali.

Dunărea are o deltă barată, rezultată din închiderea golfului în care se vărsa inițial prin cordoane și transformarea lui într-o lagună în care fluviul își construiește delta.

Scanned with OKEN Scanner

Mișcările eustatice provoacă modificări ale țărmurilor. În cazul regresiunii mării se formează o plajă sau dacă mișcarea este mai amplă o cîmpie maritimă. Dacă exondarea are loc în etape se

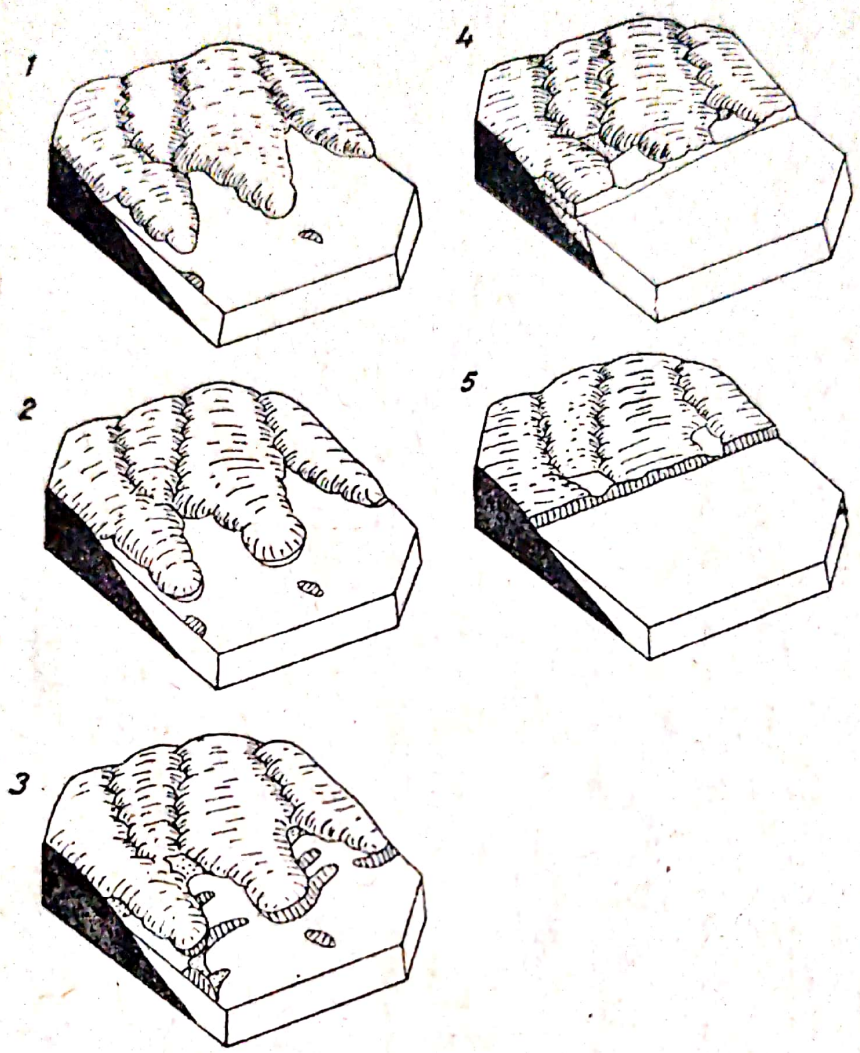


Fig. 47. Evoluția țărmului de emersiune :
1 — stadiul inițial ; *2* — tinerețe timpurie ; *3* — tinerețe mijlocie ; *4* — tinerețe tîrzie ; *5* — maturitate.

formează terase marine etajate, iar dacă ea este rapidă văile continentale rămîn suspendate, neputîndu-și racorda profilul de echilibru la mare.

Vîntul și formele eoliene. Acțiunea vîntului se manifestă în regiunile aride, în care nu există o rețea hidrografică activă sau dacă există este slab dezvoltată.

Vîntul creează forme de deflație (vardanguri, fig. 48, crovuri), de corazjune (dreikantere) și de depunere (dune).

Vîntul, prin deflație, ridică de la suprafața solului particule fine, transportîndu-le și depunîndu-le uneori la mari distanțe.

Dunele sînt acumulări mari de nisip formate ca rezultat al acțiunii vînturilor în regiunile nisipoase. După răspîndirea lor pe

Scanned with OKEN Scanner

cuprinsul uscatului se deosebesc *dune maritime* și *dune continentale.*

După forma lor se deosebesc :

— dune în formă de coamă, caracteristice pentru regiunile de coastă, dispuse în serii, fie paralele cu coasta, fie perpendiculare pe aceasta ;

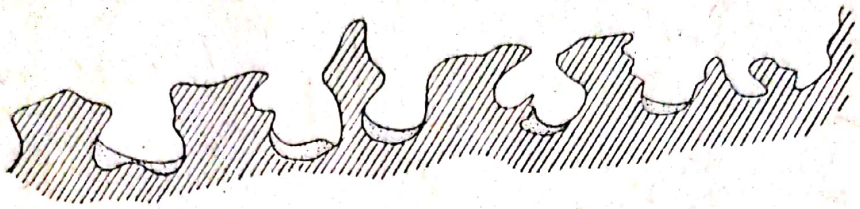


Fig. 48. Profil prin yardanguri.

— barcane sau dune în formă de potcoavă, frecvente în deșerturile continentale ;

— dune în formă de movile conice, formate într-un regim de vînturi neregulate.

În R.P.R. se întîlnesc dune maritime în lungul litoralului dobrogean (Mamaia, Agigea, Techirghiol, Letea, Crasnicol etc.) iar dune continentale în Banat și Oltenia (La Gîrla Mare, Crivina, Maglavit, Calafat, Ciuperceni, Băilești, Dăbuleni etc.).

Legată de activitatea vîntului (deflație) este și depunerea loessului. Bazinele marilor fluvii și mai ales depozitele fluvioglaciare rămase după retragerea calotei glaciare au oferit suprafețe de pe care au fost ridicate prin deflație pentru a fi depuse periferic, sub formă de loess, mari cantități de praf. Pe suprafața loessului se formează depresiuni denumite *crovuri, padine* sau *găvane.*

Formele de relief și rocile. Înfățișarea formelor de relief este strîns legată de natura rocilor, de modul de eroziune (care diferă în funcție de condițiile climatice), de stadiul ciclului de eroziune etc.

Rocile interesează în raport cu rezistența pe care o opun eroziunii, descompunerii chimice și dezagregării fizico-mecanice, iar această rezistență este legată de proprietățile lor fizico-mecanice și chimice.

Rocile cu coeziune mare permit o eroziune liniară intensă și nu favorizează modelarea versanților ; rocile cu coeziune mică favorizează în special modelarea versanților. Aceste caracteristici, diferite, ale rocilor condiționează formarea unui relief diferit (relieful regiunilor marno-nisipoase, regiunilor granitice, carstice etc.).

Scanned with OKEN Scanner

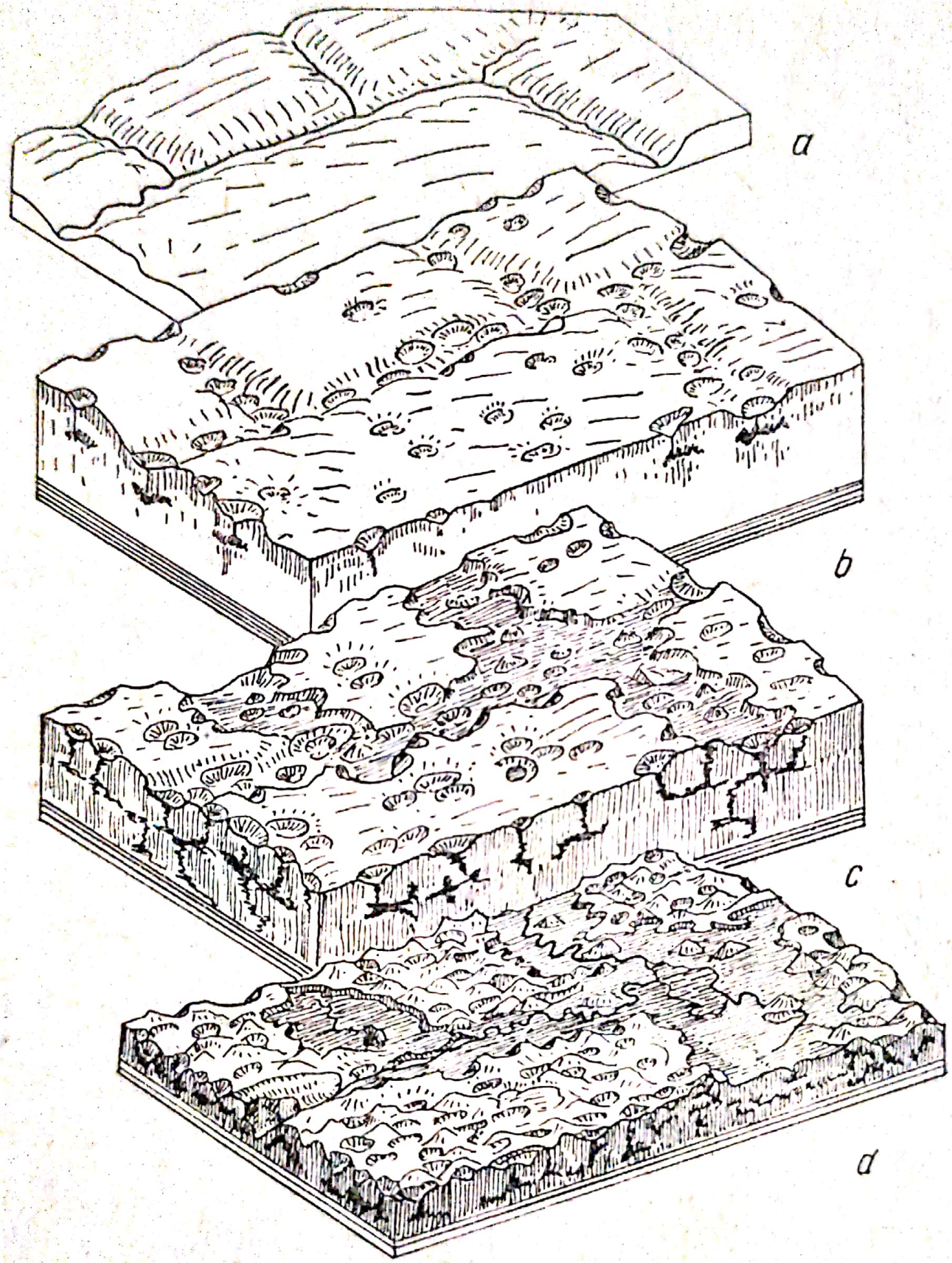


Fig. 19. Schema evoluției ciclului carstic :
a – stadiul inițial ; *b* – stadiul de tinerețe ; *c* – stadiul de maturitate ; *d* – stadiul de bătrînețe.

Scanned with OKEN Scanner

Omogenitatea rocilor nu este niciodată perfectă ; orice rocă este mai mult sau mai puțin eterogenă. O rocă în aparență compactă, cum este granitul, își pierde foarte rapid coeziunea transformîndu-se în grus, sub acțiunea agenților fizici și chimici.

Rocile alcătuite din elemente fine, argile, șisturi etc., permit o modelare mai intensă a versanților și opun o rezistență mai mare eroziunii liniare decît rocile formate din elemente grosiere — conglomerate, gresii — care rezistă mai bine la modelarea versanților dînd naștere la pante mai abrupte.

Permeabilitatea rocilor modifică condițiile adîncirii talvegului, modelării versanților și transportului materialului detritic ; rocile impermeabile favorizează șiroirea și modelarea accentuată a versanților.

Rocile carbonatate, datorită solubilității accentuate, dau forme de relief caracteristice, denumite forme carstice (fig. 49).

Dintre formele de suprafață create în aceste roci citățm :

Lapiezurile — scobituri de forma unor caneluri superficiale, orientate pe linia de cea mai mare pantă și separate de creste ascuțite ;

dolinele — mici depresiuni închise, în formă de pîlnie ; uneori pe fundul acestora se deschid avene care pot fi în legătură cu un sistem subteran de galerii și canale. Avenele se pot deschide și direct la suprafața solului, formarea lor fiind legată de absorbția cursurilor de apă superficiale. Prin unirea mai multor doline apropiate, se pot forma depresiuni mai mari, cu forme neregulate, denumite *uvala*. La rîndul lor mai multe uvale se pot uni formînd o *polje*.

Formele subterane sînt foarte complexe și reprezentate printr-o rețea de goluri carstice, cunoscute sub numele de *peșteri*. Evoluția peșterilor are influență asupra morfologiei regiunii : prin subțiere, tavanul se poate surpa lăsînd în urmă poduri naturale sau canioane.

3. Morfostructura

În afară de acțiunea agenților morfosculpturali predominanți și de natura rocii, relieful unei regiuni este determinat și de structură.

Agenții morfosculpturali acționează pe suprafața inițială a reliefului, de-a lungul unor linii preferențiale determinate de structură. Fiecare tip de structură este caracterizat printr-o serie de forme ce evoluează conform ciclului geomorfologic.

Diferitele sculpturi sînt cuprinse în două mari categorii de relief :

Scanned with OKEN Scanner

— *a* regiunile de platformă sau regiunile plane, care cuprind structurile nederanjate, tabulare (cîmpii, podișuri) ;

— *b* regiunile de orogen, sau regiunile dislocate, care cuprind munții.

Forma și structura în regiunile de platformă. În regiunile de platformă cu structură orizontală, formele de relief sînt rezultatul rezistenței diferite a stratelor la eroziune. Profilul văilor este simetric, cu versanți mai abrupți în stratele formate din roci dure, și mai puțin abrupți în cele formate din roci slabe (fig. 50).

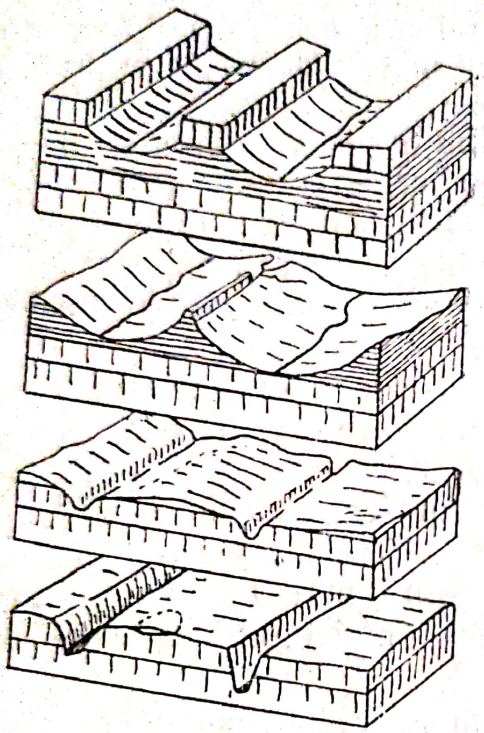


Fig. 50. Evoluția reliefului în regiuni cu structură orizontală :
a – vale cu cornișe ; *b* – martor de eroziune ; *c* și *d* – faze de formare a platformei structurale.

Prin îndepărtarea totală a stratului de rocă slabă, va lua naștere o platformă structurală brăzdată de văi adînci în canion.

Adeseori, văile tăiate într-o succesiune de roci dure și moi sînt însoțite de polițe sau terase structurale, formate pe suprafața stratului rezistent. Terasele structurale se pot dezvolta în trepte, în dauna interfluviilor, formînd peneplene parțiale. Terasele structurale sau polițele, sînt acoperite, în general, cu material deluvial alunecat de pe versanți ; depozitele tipice de terasă lipsesc.

Regiunile cu structură monoclinală se caracterizează printr-un relief asimetric (fig. 51).

În cazul unei alternanțe de strate cu rezistență diferită, sub acțiunea eroziunii ia naștere un relief cunoscut sub denumirea de „cuesta", bine reprezentat în R.P.R. în zona pliocenă dintre Cîmpulung și Curtea de Argeș.

Dacă o regiune cu structură monoclinală este intens nivelată se formează platforma de eroziune. Sînt cazuri cînd stratele cu slabă înclinare trec treptat la poziția orizontală, platforma de eroziune transformîndu-se în platformă structurală.

Formele de relief și structura în regiunile de orogen. Dislocațiile în bloc sau tabulare duc la schimbări pregnante în topografia unei regiuni.

Scanned with OKEN Scanner

În cazul unei falii, elementul care influențează cel mai puternic relieful, provocînd denivelări tectonice, este săritura faliei. Înclinarea planului faliei în raport cu înclinarea stratelor și tipul faliei influențează asupra formelor de relief rezultate (fig. 52).

Cu cît planul faliei este mai înclinat, cu atît denivelarea va fi mai greu nivelată ; faliile contrare, care în unele cazuri

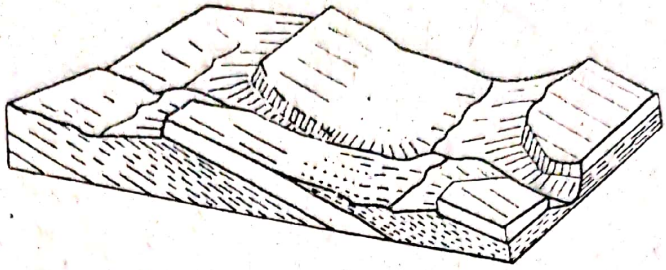


Fig. 51. Morfologia unei regiuni cu structură monoclinală (se remarcă cuestele și rețeaua de văi consecvente și subsecvente).

produc inversiuni de pantă și dislocarea rețelei hidrografice, condiționează, de asemenea schimbări ale reliefului. Cînd compartimentul ridicat al faliei este constituit din roci slabe, iar cel

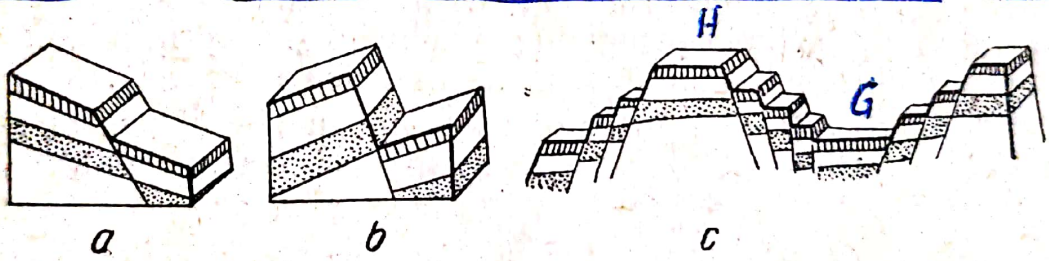


Fig. 52. Forme de relief rezultate în urma falierii :
a — falii conforme ; *b* — falii contrare ; *c* — falii în trepte cu horst și graben.

coborît din roci rezistente, eroziunea progresează rapid în rocile slabe și curînd compartimentul ridicat poate ajunge sub cel coborît, producîndu-se o inversiune de relief.

Eroziunea poate provoca uneori deplasarea denivelării tectonice, aceasta nemaicorespunzînd liniei de falie.

În general, faliile sînt grupate în fascicule sau rețele, ale căror linii principale pot modifica forma rețelei hidrografice.

Pe brahianticlinale, prin eroziunea stratelor de durități diferite, se pot forma butoniere, care evoluează spre depresiuni înconjurate de cueste concentrice, cu versantul abrupt orientat către axa brahianticlinalului (fig. 53).

Pe brahisinclinale situația este inversă, cuestele fiind orientate către exterior iar versantul prelung către interiorul depresiunii.

Într-o regiune formată dintr-o succesiune regulată de sinclinale și anticlinale (relief structural), rețeaua hidrografică se adaptează de la început structurii; apele sînt colectate și drenate prin sinclinale, formîndu-se văile sinclinale sau longitudinale.

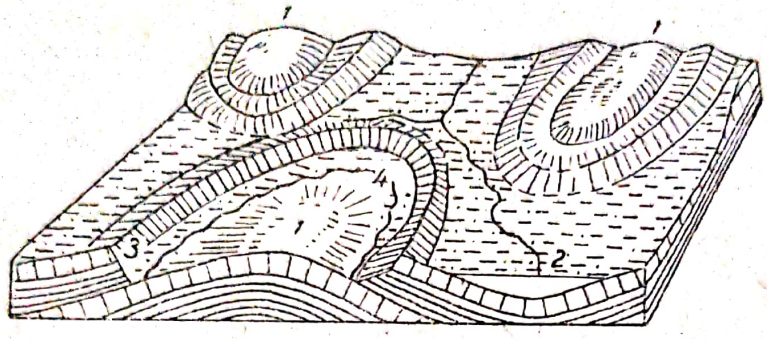


Fig. 53. Morfologia structurii în regiuni cutate:
1 — butoniere; *2* — rețea hidrografică inelară între domuri; *3* — cueste; *4* — rețea subsecventă inelară.

Tinzînd către nivelarea reliefului, eroziunea atacă mai puternic zonele ridicate (anticlinalele), conducînd la inversiunea de relief (fig. 54), iar ca urmare valea anticlinală se adîncește sub nivelul văii sinclinale (exemplu: sinclinalul Bucegi-Piatra Craiului și anticlinoriul Baiului ce apare în Valea Prahovei).

Relieful vulcanic. Însemnătatea vulcanismului pentru geomorfologie este legată de varietatea formelor pe care le generează.

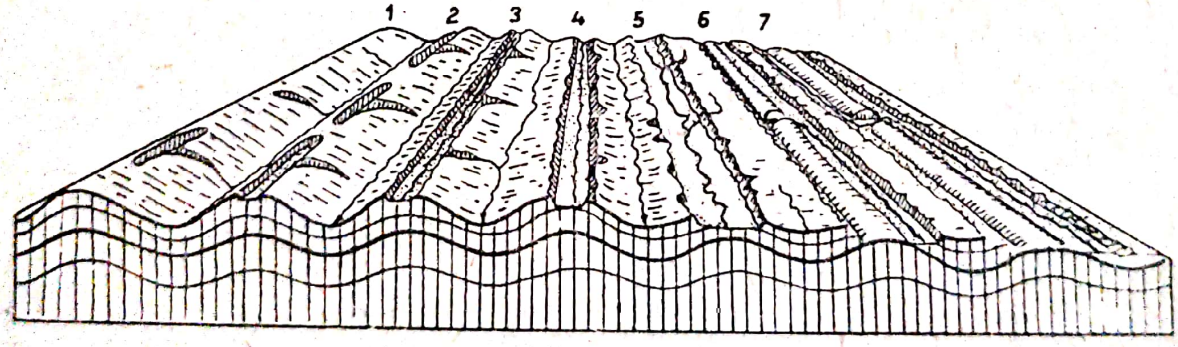


Fig. 54. Morfologia structurii cutate simetric:
1–7 — diferite faze de eroziune într-o serie de cute simetrice paralele.

Vulcanii se caracterizează prin formarea unui con, uneori abrupt, alteori redus la o simplă calotă de lavă, în jurul centrului de erupție. Această varietate de forme se datorește gradului de fluiditate al lavei și caracterelor materialelor piroclastice.

Scanned with OKEN Scanner

Craterele vulcanilor pot fi modificate ulterior prin explozii; astfel se explică formarea caldeirelor, care uneori sînt sparte avînd formă de semicerc.

Pe flancurile conului vulcanic, în urma curgerilor de lave și activității apelor de șiroire, ia naștere o rețea radiară de canale denumite *barrancos*. Zonele de separație dintre barrancosuri

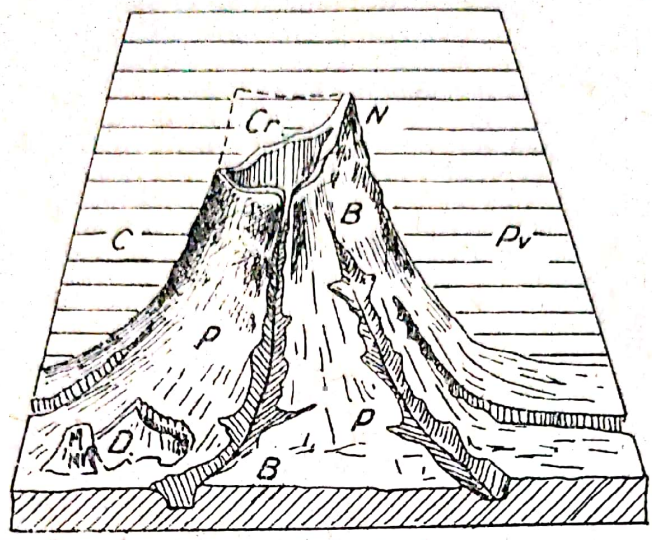


Fig. 55. Morfologia unui con vulcanic în stadiul maturității:

Pv — podiș vulcanic; *Cr* — crater distrus în parte de eroziune; *N* — neck; *B* — barrancos; *P* — planeze; *D* — dyck.

(mici platouri de formă triunghiulară) sînt denumite *planeze*. În fig. 55 este reprezentat un con vulcanic în stadiul de maturitate cu formele morfologice caracteristice.

Prin erodarea conului vulcanic (materialului piroclastic și curgerii de lavă), lava consolidată din cosul vulcanic fiind mai rezistentă, este dezvelită apărînd sub formă de neck.

În cazul stratovulcanilor, craterul erodat apare uneori sub forma unei depresiuni înconjurate de coaste, datorite alternanței materialului piroclastic cu curgeri de lave ce reprezintă strate mai rezistente.

Curgerile de lavă se răspîndesc deseori în lungul văilor, la distanțe apreciabile. Eroziunea selectivă, prin inversiune de relief, transformă aceste curgeri în platouri izolate, care domină regiunea înconjurătoare (fig. 56).

Suprafețele plane întinse acoperite de curgeri de lavă formează platouri cunoscute sub denumirea de *mesa*.

Există unele curgeri vechi care formează o succesiune de platouri în trepte, denumite *trapp*.

Scanned with OKEN Scanner

Formele intrusive, dezvelite de sub sedimentele acoperitoare, pot da forme de relief tipice. Astfel, lacolitele formează suprafețe larg boltite, în formă de dom, pe care se adaptează o rețea hidrografică radiară și divergentă, ce dă naștere la contactul eruptivului cu sedimentarul unei depresiuni de contact.

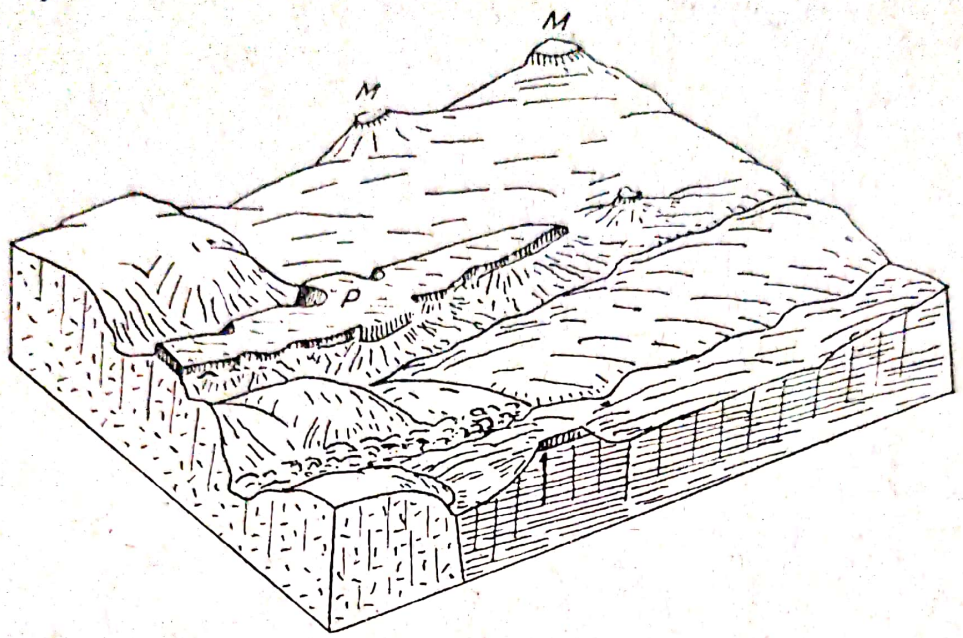


Fig. 56. Inversiune de relief vulcanic :
P — curgere de lavă, inițial răspîndită într-o vale, transformată prin eroziune într-un platou (Mesa) ; M — martori de eroziune.

Filoanele verticale dezvelite de sub sedimente sau piroclastite formează dyckuri, iar cele orizontale silluri.

Cap. V. METODOLOGIA CERCETĂRIOR GEOLOGICE TEHNICE

Cercetarea geologică tehnică este baza soluțiilor în proiectarea construcțiilor.

Principalele probleme ce se pun geologiei tehnice în acest sens sînt :

— determinarea gradului de stabilitate a terenului în zona amplasamentului construcției ;
— determinarea capacității portante a terenului de fundație ;
— determinarea condițiilor hidrogeologice generale ;

Scanned with OKEN Scanner

— alegerea surselor de materiale naturale de construcții și determinarea rezervelor acestora.

Metodologia de lucru în geologia tehnică este deosebită de metodologia de lucru obișnuită în geologie, deoarece scopurile pentru care se execută cercetările sînt deosebite. Chiar metodele de cercetare a geologiei tehnice diferă pentru fiecare gen de lucru, deși oricare dintre ele are ca obiectiv asigurarea stabilității construcției respective.

Metodologia prezentată nu este un șablon, ci arată liniile directoare după care trebuie să se desfășoare cercetările, ea putînd fi adaptată de la caz la caz, corespunzător situațiilor ce pot apărea în desfășurarea lucrărilor.

În cadrul unui studiu geologic-tehnic executat pentru realizarea unei construcții trebuie precizate următoarele puncte:

— alegerea variantei sau amplasamentului cel mai favorabil și determinarea sistemului și caracteristicilor de realizare a construcției, în funcție de specificul ei;

— determinarea caracteristicilor terenului de fundație, cu aprecieri asupra eventualelor schimbări ale caracteristicilor lui în timpul construcției și perioadei de exploatare;

— previziuni asupra situațiilor ce s-ar putea ivi în cursul executării construcției (emanații de gaze, temperaturi mari, presiuni mari, viituri de ape);

— identificarea zonelor afectate de deplasări de teren, sau care prezintă semne de instabilitate, pentru care sînt necesare lucrări constructive speciale în vederea asigurării stabilității lor;

— recomandări asupra sistemului de construcție (tip de baraj sau fundație);

— asigurarea cu materiale de construcție;

— sursa de alimentare cu apă în timpul execuției și exploatării construcției.

Ordinea de desfășurare a lucrărilor este în funcție de faza de proiectare.

Pentru studiul tehnico-economic (STE), cercetările constau în:

— studierea materialului documentar existent în literatura de specialitate, la diverse unități de studii, cercetări, proiectări;

— efectuarea unei recunoașteri pe teren și executarea unor lucrări de prospecțiuni, pentru verificarea și completarea datelor existente în special asupra amplasamentelor propuse de proiectant;

— întocmirea unui studiu informativ (pe baza sistematizării acestui material) privind condițiile geologice tehnice și hidro-

Scanned with OKEN Scanner

geologice ale zonei ce interesează, cu propuneri de program de lucru pentru faza următoare și ordinea lor de executare.

Pentru proiectul de ansamblu (care reprezintă o fază mai avansată de cercetare), studiile constau în :

— determinarea structurii petrografice a terenului prin cartare geologică tehnică, lucrări de explorare, încercări pe teren, prospecțiuni geofizice ;

— determinarea caracteristicilor fizico-mecanice ale terenului de fundație și materialelor de construcție, prin analize de laborator sau încercări pe teren (de la caz la caz);

— definitivarea amplasamentului construcției ;

— întocmirea unui studiu geologic tehnic în care să fie expuse toate datele geologico-tehnice, concluziile ce se desprind și motivarea soluțiilor propuse pentru fazele viitoare.

Pentru proiectul de execuție (PE) se fac studii de detaliu asupra obiectivelor cerute de proiectant ; amănunte în legătură cu amplasamentul construcției, zonele învecinate (în general detalierea problemelor studiate în fazele anterioare) și se execută lucrări speciale, cum ar fi determinarea afluxului de apă în groapa de fundație etc.

Ca rezultat al cercetărilor efectuate, geologul are obligația de a propune proiectantului eventuale amplasamente sau trasee mai favorabile decît cele propuse de proiectant.

Natura terenurilor din amplasamentul sau traseul construcției se apreciază după STAS 1243-50 și STAS 1917-50, dîndu-se indicații și asupra agenților ce acționează negativ asupra calității rocilor ce constituie terenul de fundație. De asemenea, trebuie să se arate care sînt condițiile de zăcămînt (relațiile tectonice dintre roci) și condițiile hidrogeologice ale amplasamentului.

Din lucrările de exploatare se recoltează probe care se analizează în laborator pentru determinarea caracteristicilor fizico-mecanice, necesare ca date de calcul pentru organele de proiectare, după cum urmează :

— pentru roci moi, conform STAS 1912-50 ;

— pentru roci necoezive, conform STAS 3282-50 ;

— pentru roci stîncoase, conform STAS 730-49.

Prin cercetările de laborator se fac aprecieri asupra comportării terenului sub acțiunea sarcinilor transmise de construcție.

Pentru obiectivele de mare importanță (construcții clasa I sau obiective speciale), cercetările obișnuite sînt completate cu date speciale sau detaliate, pe baza programului de cercetare întocmit în comun de proiectant și geolog, sau pe baza recomandărilor forurilor superioare.

Scanned with OKEN Scanner

Volumul cercetărilor de teren este legat de condițiile geologice ale amplasamentelor respective. Cînd acestea sînt mai dificile, trebuie executate lucrări suplimentare, evitîndu-se situațiile în care la redactarea studiului apare lipsa unor foraje ce ar fi fost necesare pentru clarificarea situației geologice.

Pentru rezolvarea cerințelor de proiectare, în faza proiect de execuție, se vor analiza condițiile geologice tehnice ale regiunii în funcție de relațiile lor cu construcțiile proiectate (în diferite variante), trăgîndu-se concluziile corespunzătoare și făcîndu-se recomandările ce reies din această analiză.

Conținutul studiului trebuie să fie expus într-o formă concisă, fără amănunte inutile, dîndu-se exemple caracteristice pentru justificarea situațiilor și concluziilor la care s-a ajuns. Studiul este însoțit de profile, tabele comparative, grafice, diagrame etc.

Pentru necesitățile de proiectare este indicat să se prezinte o hartă petrografică, nu numai o hartă stratigrafică, așa cum fac încă mulți geologi. Aceasta deoarece pe proiectant îl interesează în special caracteristicile rocilor pe care va realiza construcția, și mai puțin vîrsta lor. Harta stratigrafică servește pentru fundamentarea studiului stratigrafic și tectonic. Este indicat ca o asemenea hartă să fie prezentată cu formațiunile acoperitoare, notîndu-se grosimea lor, iar roca de bază să se noteze numai acolo unde apare la zi. Eventual, se pot folosi hărți suprapuse (cu calc sau foiță): pe harta inferioară se reprezintă roca de bază iar pe cea superioară se reprezintă formațiunile cuaternare. În felul acesta se obține o imagine mai completă asupra structurii litologice a zonei ce interesează.

1. Cartarea geologică tehnică

Cartarea geologică tehnică este activitatea de transpunere pe hartă a elementelor geologice, geomorfologice și hidrogeologice observate pe teren.

Rezultatul acestei activități se concretizează prin harta geologică tehnică.

Ca metodă de observare, cartarea geologică-tehnică nu se deosebește de cartarea geologică propriu-zisă. Însă, pe cînd cartarea geologică se face cu scopul de a determina existența unor acumulări de substanțe minerale utile sau a unor structuri geologice, care ar putea fi purtătoare de substanțe minerale utile, cartarea geologică tehnică se face cu scopul de a determina condițiile geologice tehnice de amplasare și realizare a unei construcții.

Scanned with OKEN Scanner

Corespunzător acestor obiective total diferite, observațiile pe care geologul le face pe teren sînt și ele diferite și anume:

1. În cartarea geologică propriu-zisă, observațiile se fac în sensul rezolvării problemelor de stratigrafie și tectonică, pentru stabilirea răspîndirii formațiunilor, separarea unităților stratigrafice (serii, etaje, subetaje), separarea orizonturilor pe baze litologice și paleontologice, precizarea stilului general de cutare, precum și a tuturor accidentelor tectonice (falii, cute, încălecări etc.). Deoarece zăcămintele minerale sînt cantonate în roci mai vechi și de regulă în profunzime, depozitelor cuaternare acoperitoare (sol, deluviuni, aluviuni) li se dă în general o atenție mai mică și numai în măsura în care acestea pot oferi date care să completeze observațiile făcute în deschiderile de roci.

În cartarea geologică tehnică, în afară de studiul stratigrafic și tectonic al regiunii, depozitelor cuaternare (depozite de terasă, aluviuni, conuri de dejecție, deluviuni, sol etc.) li se dă o atenție deosebită, uneori ele formînd chiar obiectul principal al cercetărilor, deoarece construcțiile sînt fundate, de regulă, în aceste depozite.

Prin urmare, ca primă caracteristică — cartarea geologică tehnică este cartarea geologică în care este cartat detaliat și cuaternarul.

2. În al doilea rînd, în activitatea de cartare geologică sînt observate și semnalate procesele geologice dinamice externe (porniturі, ravinări etc.), numai atunci cînd sînt de amploare.

În cartarea geologică tehnică orice deplasare de teren, oricît de mică, oricît de superficială, fiind chiar stabilizată, se observă cu atenție, cercetîndu-se în special cauzele care au determinat-o, pentru a se aprecia dacă prin realizarea construcției aceste cauze nu vor fi reactivate.

Este de la sine înțeles că porniturile de amploare vor fi studiate cu mare atenție pentru a se stabili în ce măsură pun în pericol stabilitatea construcției, precum și care sînt metodele cele mai adecvate pentru stabilizarea lor.

3. În cartarea geologică, hidrogeologia regiunii nu interesează în mod special, pe cînd în cartarea geologică tehnică, hidrogeologia formează unul din elementele cele mai importante ale observării.

Se cercetează toate izvoarele, originea lor, compoziția apei, debitul și variațiile lui. De asemenea, se fac observații în fîntîni, măsurîndu-se adîncimile acestora, pentru a stabili adîncimea nivelelor acvifere.

4. Cartarea geologică pentru substanțe minerale utile, se execută, de obicei, pe suprafețe mari, pe cînd cartarea geologică-

tehnică se face pe suprafețe restrînse, astfel că rezolvarea problemelor de stratigrafie și tectonică este mai dificilă.

Geologul care face cercetări de geologie tehnică trebuie să cunoască și geologia de ansamblu a regiunii, pentru a lămuri anumite probleme geologice din perimetrul pe care îl cercetează.

5. În sfîrșit, o ultimă deosebire între cartarea geologică pentru substanțe minerale utile și cartarea geologică tehnică se referă la organizare: cartarea geologică se execută în campanii organizate pe perioade de timp favorabil (de regulă între 1 mai și 1 octombrie), iar în restul anului se execută lucrările de birou. Cartarea geologică tehnică nu poate fi organizată astfel, deoarece ea se execută, la cerere, în funcție de necesitățile de proiectare. Pentru acest motiv, cartarea geologică tehnică se execută în orice perioadă a anului, chiar și în lunile de iarnă, atunci cînd nu există zăpadă.

Larga campanie de construcții care se desfășoară în prezent în țara noastră cere din partea geologilor, care lucrează în acest domeniu, mult simț de răspundere și o înaltă calificare, deoarece de modul în care sînt făcute cercetările de geologie tehnică depinde în mare măsură stabilitatea construcțiilor.

Gradele de detaliere ale cartării geologice tehnice. În funcție de caracterul lucrării pentru care se execută, de faza de proiectare și de complexitatea regiunii, cartarea geologică tehnică poate fi făcută mai puțin amănunțită, amănunțită sau foarte amănunțită.

Gradul de detaliere se referă la numărul minim de puncte de observații pe kilometru pătrat și delimitează nivelul cercetărilor în trei faze de detaliere și anume:

— recunoașterea geologică tehnică;
— cartarea geologică-tehnică detaliată;
— cartarea geologică tehnică foarte detaliată.

Complexitatea unei regiuni este dată de următorii factori:

— constituția geologică;
— condițiile geomorfologice;
— condițiile hidrogeologice;
— caracterul fenomenelor fizico-geologice.

Pentru fiecare factor (conform normelor Comitetului Geologic) regiunile se împart în: simple (gradul 1); complicate (gradul 2); foarte complicate (gradul 3).

Recunoașterea. La începutul oricărui studiu este necesar să se facă o recunoaștere a regiunii ce urmează a fi cercetată, în scopul obținerii unei imagini de ansamblu asupra regiunii, făcîndu-se observații asupra următoarelor probleme:

— stratigrafiei și tectonicii de ansamblu a zonei și chiar a zonelor vecine ;

— reliefului, apelor mai importante, formelor geomorfologice majore ;

— căilor de comunicație și stării lor în diverse anotimpuri ;

— condițiilor de cazare și aprovizionare ;

— construcțiilor importante din regiune, în special asupra acelora asemănătoare cu cea pentru care se execută studiul ;

— surselor de energie ;

— lucrărilor de prospecțiune și exploarare executate anterior în zonă, pentru alte scopuri.

La acestea se mai pot adăuga și orice alte observații și informații care vor fi socotite folositoare.

La recunoașterea geologică tehnică este recomandabil să ia parte toți geologii care vor carta în regiune, ca și reprezentanții serviciilor care vor lucra pe teren (minerit, foraje, transporturi etc.), împreună cu delegații beneficiarului și proiectantului. În acest fel se realizează de la început o unitate de vederi și se poate alcătui cel mai judicios program de lucru pentru faza următoare de cartare.

Faza de recunoaștere este obligatorie la începutul oricărui studiu geologic tehnic.

Observațiile făcute în cadrul recunoașterii se consemnează pe hărți topografice la scara 1 : 100 000—1 : 50 000 ; se fac minimum cinci puncte de observații pe kilometru pătrat.

Cartarea geologică tehnică detaliată. Faza superioară de cercetare, în care se fac observații geologice tehnice amănunțite, o constituie cartarea geologică tehnică detaliată. În această fază se consemnează pe hartă date privind următoarele probleme :

— stratigrafia regiunii, separîndu-se formațiunile pînă la etaje ;

— tectonica, precizîndu-se stilul tectonic, cu indicarea tuturor cutelor, faliilor, încălecărilor etc., și valorile elementelor acestora ;

— fenomenele geologice actuale, amploarea și gradul lor de activitate ;

— formele geomorfologice și vîrsta fiecăreia ;

— date asupra existenței în zonă a materialelor naturale de construcție ;

— regimul hidrologic și hidrogeologic etc.

Lucrările se fac pe hărți topografice la scara 1 : 50 000—1 : 20 000, pe care se consemnează minimum 15 puncte de observații pe kilometru pătrat.

Cartarea geologică tehnică foarte detaliată. Faza cea mai amănunțită de cercetare geologică tehnică a unei regiuni o constituie cartarea foarte detaliată. Ea are drept scop stabilirea foarte exactă a condițiilor geologice de amplasare și realizare a unei construcții.

În această fază se observă și se consemnează pe hartă și în carnetul de teren date în legătură cu următoarele probleme:

— stratigrafia regiunii, separîndu-se precis orizonturile și stratele caracteristice pe baze litologice și paleontologice;

— tectonica regiunii, descriindu-se accidentele tectonice, chiar și cele secundare (falii secundare, ramificații ale cutelor etc.);

— lucrările de explorare executate (șanțuri, puțuri, galerii, foraje etc.);

— deformațiile interne ale rocilor la o sarcină similară cu cea a construcției;

— microtectonica, consemnîndu-se dimensiunile fisurilor și stabilindu-se gradul de fisurare a rocilor;

— infiltrațiile de apă și pierderile posibile prin infiltrații;

— gradul de seismicitate al regiunii etc.

În afară de acestea, se vor face observații asupra tuturor problemelor speciale indicate prin temă.

Cartarea geologică tehnică foarte detaliată este faza după care se trece la realizarea construcției (proiectare și execuție); de aceea, este necesar să se dea multă atenție, consemnîndu-se toate amănuntele de ordin geologic privitoare la stabilitatea construcției respective.

Lucrările se fac pe planuri topografice la scara 1 : 20 000—1 : 5 000, pe care se trec minimum 50 puncte de observații pe kilometru pătrat.

2. Metodele geofizice folosite în cercetările geologice tehnice și hidrogeologice

În cercetările și studiile geologice tehnice și hidrogeologice, metodele geofizice capătă o extindere tot mai mare, întrucît prin aplicarea lor crește calitatea studiului, se scurtează timpul de execuție și se reduce prețul de cost al lucrărilor.

Dintre metodele geofizice, cele mai utilizate în domeniul geologiei tehnice și hidrogeologiei sînt metodele structurale — electrometria și seismica de refracție — iar în ultimii ani a căpătat o largă dezvoltare și radiometria.

Metoda electrometrică. Prin metoda electrometrică se studiază, de la suprafața solului, conductibilitatea electrică a

Scanned with OKEN Scanner

succesiunii de strate ce alcătuiește terenul de cercetat. Conductibilitatea electrică este legată de constituția litologică a terenurilor, de gradul de îmbibare cu fluid și de gradul de mineralizare a fluidului ce umple porii rocilor.

Metoda electrometrică este o metodă nedestructivă de cercetare a caracteristicilor fizice ale terenurilor. Tehnica de lucru este simplă, ceea ce face ca metoda să fie expeditivă. În cazuri favorabile, adică în prezența unei secțiuni geologice cu proprietăți electrice bine diferențiate, metoda permite evaluări cantitative cu o eroare de 5—10%.

Metoda electrometrică are aplicații în multe probleme de geologie tehnică și hidrogeologie.

Ea poate contribui la rezolvarea următoarelor probleme:

— determinarea grosimii stratului acoperitor și a variațiilor pe orizontală a naturii acestui strat;

— determinarea naturii și reliefului substratului;

— determinarea intensității și direcției predominante de fisurare a rocilor stîncoase;

— separarea zonelor de alterație în cuprinsul rocii de bază;

— controlul consolidării prin injecții a terenurilor de fundație;

— controlul compactării barajelor de pămînt;

— determinarea grosimii stratului acvifer și a reliefului substratului impermeabil;

— determinarea direcției și vitezei de curgere a curentului de apă subteran, folosind un singur foraj;

— determinarea zonelor de curgere subterană și a zonelor de infiltrație;

— determinarea zonelor de activitate maximă a proceselor de coroziune a conductelor;

— detectarea formelor de carst și a golurilor subterane;

— determinarea accidentelor tectonice ce afectează substratul.

Informațiile cele mai complete se obțin în cazul în care datele de electrometrie sînt corelate cu datele din foraje sau lucrări miniere. Cu alte cuvinte, metoda electrometrică nu exclude lucrările de foraj sau lucrările miniere.

Un prim avantaj al metodei constă în aceea că poate reduce considerabil volumul lucrărilor de foraj sau al lucrărilor miniere, permițînd realizarea de economii egale cu valoarea lucrărilor de foraj sau miniere ce ar fi trebuit executate în absența informațiilor electrometrice.

Scanned with OKEN Scanner

Al doilea avantaj al metodei constă în aceea că permite extinderea sau îndesirea observațiilor punctuale din foraje, în mod continuu, pe o suprafață mare.

Al treilea avantaj esențial al metodei constă în rapiditatea obținerii, pe o suprafață mare, a informațiilor structurale necesare studiului hidrogeologic sau geologic tehnic.

Prin amplasarea rațională a lucrărilor de electrometrie și a lucrărilor de foraj poate fi obținută o eficiență maximă a studiilor și o reducere substanțială a volumului lucrărilor de verificare prin foraje și lucrări miniere.

În condiții favorabile de aplicare (relief neaccidentat, secțiune geoelectrică bine diferențiată), electrometria poate oferi informații importante, care nu pot fi obținute prin foraje decît numai întîmplător ; așa este cazul accidentelor tectonice (falii, contacte), zonelor de infiltrație și curgere subterană, golurilor, carstului etc.

Metoda seismică. Această metodă se bazează pe studiul vitezei de propagare în terenuri a undelor elastice, provocate artificial la suprafața solului sau în adîncime.

Viteza de propagare a undelor elastice este legată direct de constituția litologică a terenurilor și ea este diferită pentru fiecare teren în parte. Această proprietate fizică dă posibilitatea diferențierii pe verticală a stratelor și permite determinarea profilului geologic pentru terenul studiat.

Metoda seismică este o metodă nedestructivă și permite determinarea in situ a proprietăților și modului de comportare a pămînturilor ce alcătuiesc terenul de fundație pentru construcții.

Metoda seismică este folosită la rezolvarea a numeroase probleme din domeniul cercetărilor și studiilor geologice tehnice și hidrogeologice și anume :

— determinarea modulului dinamic de elasticitate al terenurilor de fundație ;

— determinarea durității rocilor și a gradului de îndesare a terenurilor de fundație ;

— cercetarea proprietăților de deformație a rocilor stîncoase ;

— cercetarea influenței vibrațiilor asupra terenurilor de fundație ;

— determinarea grosimii și constituției terenurilor de fundație ;

— determinarea adîncimii și reliefului suprafeței rocii de bază ;

— studiul terenurilor pentru fundațiile instalațiilor portuare și ale prizelor de apă (cercetări subfluviale);

— determinarea adîncimii și grosimii stratelor acvifere.

Scanned with OKEN Scanner

Cu metodele clasice, problemele menționate pot fi rezolvate numai prin încercări experimentale, costisitoare, care necesită un volum mare de lucrări, sau prin foraje, al căror cost este cu atît mai mare, cu cît adîncimea și duritatea rocilor traversate este mai mare.

Cercetările prin metoda seismică pot duce la reducerea volumului de foraje, în special pentru cercetări pe suprafețe de mare întindere. În cercetările pentru găsirea surselor necesare alimentării cu apă, metoda seismică este folosită pe scară largă în complex cu metoda electrometrică.

Rapiditatea de execuție, costul redus al cercetărilor (în comparație cu cercetările prin foraje), diversitatea problemelor ce pot fi rezolvate, dovedesc că aplicarea metodei seismice este eficientă și economică.

Metoda radiometrică. Principiul acestei metode constă în determinarea intensității radiațiilor nucleare emise de constituenții minerali ai rocilor, în mod natural, sau în urma activizării lor cu surse artificiale de radiații (metoda carotajului radioactiv), de o sursă radioactivă artificială după ce radiațiile traversează mediul de cercetat (metoda „radiografiei") sau de către un izotop radioactiv, introdus într-un fluid ce curge liber sau care circulă într-un mediu poros (metoda indicatorilor sau trasorilor radioactivi).

Metoda radiometrică este prin excelență o metodă de cercetare în situ, nedestructivă, a caracteristicilor fizice ale pămînturilor și a proceselor fizice ce au loc în acestea. Pentru detectare-înregistrare metoda radiometrică necesită o aparatură complexă, de mare sensibilitate. Tehnica de lucru este relativ simplă, însă necesită o respectare riguroasă a regulilor de protecție și manipulare a surselor de radiații și a izotopilor radioactivi.

Metoda radiometrică poate fi folosită la rezolvarea următoarelor probleme :

— studiul caracteristicilor fizice ale terenurilor (densitate, porozitate, grad de saturație);

— determinarea gradului de compactitate a terenurilor și a barajelor din pămînt ;

— determinarea gradului de fisurare a rocilor stîncoase ;

— studiul umidității și densității terenurilor din zonele de alunecări și detectarea planului de alunecare ;

— studiul distribuției și dinamicii umidității în terenurile nesaturate cu apă (în special în loessuri);

— determinarea direcției și vitezei de curgere a apelor subterane ;

— controlul curgerilor subterane ;

— studiul funcționării rețelelor de drenaj ;

— studiul infiltrațiilor prin corpul barajelor.

Multe dintre problemele enumerate nu pot fi rezolvate cu metodele obișnuite de cercetare. Rezolvarea lor pe această cale se face în condiții naturale, fără a necesita extragerea de probe și efectuarea de determinări de laborator. De aici rezultă avantajul calitativ al folosirii metodei radiometrice, în cercetările pentru construcții, amenajări hidrotehnice, irigații și alimentare cu apă industrială și apă potabilă.

3. Lucrări de explorare

Explorarea prin lucrări miniere

Dezveliri. Dezvelirile sînt cele mai simple lucrări de explorare. Ele se fac fie prin înlăturarea materialului care acoperă roca vie, fie tocmai pentru studierea materialului acoperitor și determinării grosimii sale.

Dezvelirile au forme neregulate, ele extinzîndu-se atît cît este necesar pentru o observare cît mai completă. Adîncimea acestor lucrări poate atinge 0,50 m, dar cel mai frecvent ele au aproximativ 0,10 m.

Observațiile geologice se fac concomitent cu operația de dezvelire. Datele obținute se reprezintă pe hartă, ca și cele din deschiderile naturale, fără a se folosi un semn convențional distinctiv.

Șanțuri. Cînd adîncimea de excavare depășește 0,50 m, este necesar să se execute săpături de forme regulate și dimensiuni dinainte stabilite. Cînd adîncimea pînă la care se efectuează cercetările nu trebuie să fie prea mare, cele mai avantajoase sînt șanțurile, care se sapă ușor, oferă deschideri largi și sînt în general ieftine.

Dimensiunile șanțurilor sînt variabile, în funcție de particularitățile locului de amplasare și de necesitățile geologice pentru care se execută. Totuși ele se încadrează în anumite dimensiuni : lungimea normală a unui șanț este 3—8 m, lățimea lui de circa 1 m, iar adîncimea de 2—3 m, maximum 6 m (fig. 57), peste această limită fiind mai rentabilă executarea unui puț.

Scanned with OKEN Scanner

Pereții șanțului pot fi verticali, dacă rocile în care se sapă permit acest lucru, sau înclinați, în rocile necoerente, unde panta poate ajunge pînă la 1 : 5. Uneori se fac chiar mici susțineri.

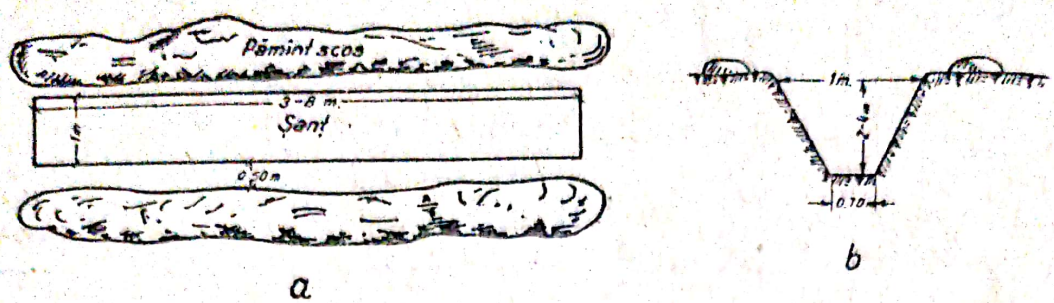


Fig. 57. Dimensiunile unui șanț de explorare :
a — vedere în plan ; *b* — secțiune transversală.

În orice caz, lățimea șanțului la fund nu va trebui să fie mai mică de 0,70 m.

Cînd șanțul are adîncime mai mare de 2,5 m, pentru a fi mai ușor de executat el se sapă în trepte (fig. 58).

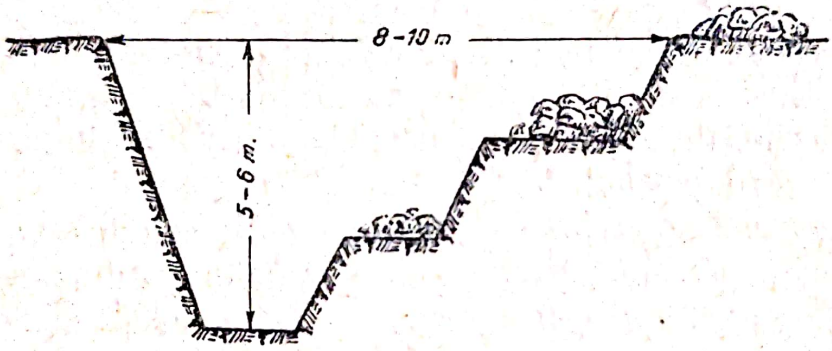


Fig. 58. Șanț săpat în trepte.

De obicei, șanțurile se execută pentru următoarele scopuri :

— studierea materialelor acoperitoare (sol, deluviu), atunci cînd grosimea acestora este mai mică decît 6 m (fig. 59);

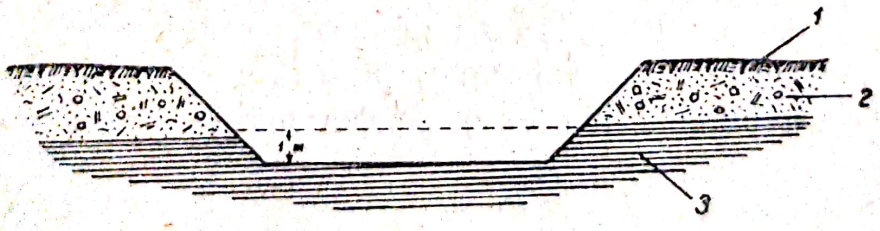


Fig. 59. Șanț săpat pentru studierea materialelor acoperitoare (sol, deluvii) :
1 — sol ; *2* — deluviu ; *3* — roca de bază.

— dezvelirea rocilor de sub materialele acoperitoare ;

— întocmirea profilelor transversale în zonele acoperite (fig. 60);

— urmărirea unui strat reper și conturarea lui exactă (fig. 61).

Cartarea profilului străbătut de un șanț trebuie să urmeze imediat după săparea lui, deoarece cu timpul pereții s-ar putea nărui sau șanțul ar putea fi inundat. În afară de aceasta, este bine ca rocile interceptate să fie observate în spărtura proaspătă, pînă cînd nu și-au schimbat culoarea, umiditatea etc.

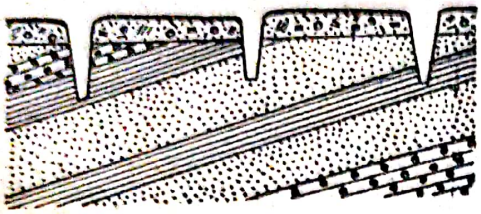


Fig. 60. Șanțuri executate în scopul întocmirii unui profil transversal într-o zonă acoperită.

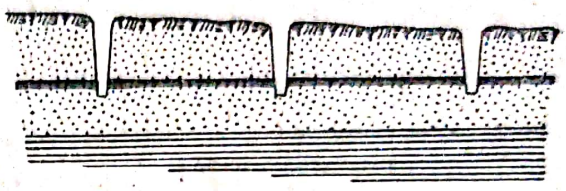


Fig. 61. Șanțuri executate pentru urmărirea unui strat reper.

Studiul rocilor din pereții unui șanț se face ca și în cazul deschiderilor naturale. În carnet se face schița șanțului și alături de ea se face descrierea amănunțită a rocilor întîlnite, se notează poziția stratelor și toate observațiile geologice pe care le oferă deschiderea.

Puțuri. Cînd adîncimea de săpare depășește 6 m, este necesar ca în locul șanțurilor să se execute puțuri, deoarece acestea din urmă pot pătrunde mai adînc și oferă securitate în timpul lucrului.

Puțurile pot fi săpate pînă la adîncimi foarte mari [1]). Pentru prospecțiuni este însă dezavantajos să se sape puțuri mai adînci de 60 m. Cele mai avantajoase din punctul de vedere al economicității lucrării sînt puțurile de 15—20 m.

În funcție de adîncime și necesitatea susținerii, puțurile pot fi săpate cu secțiunea dreptunghiulară, pătrată sau circulară.

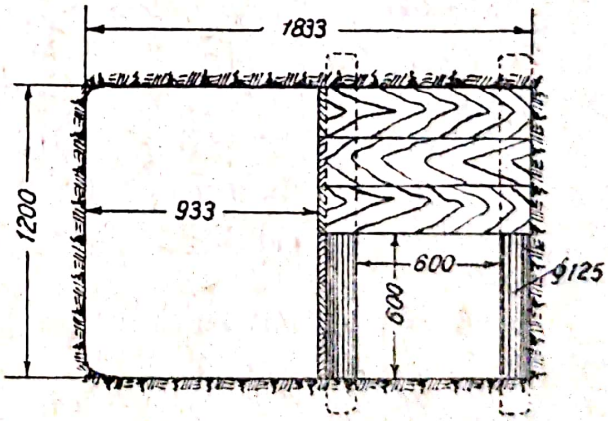


Fig. 62. Secțiunea unui puț cu profil de 2,20 m², fără armături.

Dimensiunile secțiunii depind în special de adîncime. Pentru puțurile dreptunghiulare puțin adînci, profilul minim este de 2,20 m² (1,833×1,200 m), fără armături (fig. 62). Atunci cînd

[1]) La Anina există un puț pentru exploatarea cărbunilor, care are adîncimea de 903 m.

adîncimea crește, secțiunile cel mai des folosite în lucrările de prospecțiune sînt 3,77 m³ (2,600×1,450 m) și 4,40 m² (2,750×1,600 m).

Puțurile cu secțiunea transversală pătrată se execută rar și numai pentru adîncimi sub 15 m, deoarece circulația materialului și a oamenilor prin ele este greoaie. Puțurile de explorare cu secțiune circulară prezintă dificultăți la susținere; de aceea, ele se folosesc numai în terenuri foarte consolidate și pentru adîncimi mici (sub 10 m). Față de puțurile dreptunghiulare ele prezintă avantajul că înaintarea se poate face mai rapid, iar pereții neconsolidați rezistă mai bine la surpare.

După necesități, puțurile se armează în desiș sau în răriș, conform normelor elaborate de Comitetul Geologic.

Evacuarea din puț a materialului rezultat prin săpare se face cu ajutorul unei chible, construită de obicei din tablă obișnuită.

Aerajul puțurilor puțin adînci nu necesită întotdeauna instalații speciale, deoarece, prin difuzie și prin circulația oamenilor și materialului, aerul din puț este mereu primenit. În puțurile cu adîncime mai mare de 2 m se face aeraj artificial cu ajutorul suflaiurilor (pîlniilor de aeraj) sau cu ventilatoare mecanice.

Pentru evitarea eventualelor accidente ce s-ar putea ivi în timpul executării unui puț, trebuie respectate următoarele reguli de tehnica securității:

— curățarea atentă a pereților de bucățile ce s-ar putea desprinde (operația se execută concomitent cu avansarea);

— executarea corectă a armăturilor;

— controlarea zilnică a stării cablului și înlocuirea lui conform normelor de tehnica securității;

— evitarea încărcării excesive a chiblei (umplerea se va face cu cel puțin 10 cm sub gura chiblei, deoarece în timpul transportului, prin balans ar putea cădea în puț fragmente de rocă din chiblă);

— depozitarea materialului scos din puț la cel puțin 1 m depărtare de gura puțului;

— coborîrea și urcarea muncitorilor în puț se va face numai pe scările special amenajate;

— aerajul puțurilor se va face ori de cîte ori este nevoie, iar în puțurile cu emanații de gaze se va interzice focul în puț, sau la gura lui și se va controla, la începutul fiecărui schimb, procentul de gaz.

Amplasarea puțurilor pe teren se face în funcție de necesitățile geologice pentru care se execută; totuși este necesar să se țină seamă, atunci cînd este posibil și de relief, pentru a nu fi pla-

Scanned with OKEN Scanner

sate în vîlcele sau locuri joase, unde ar putea fi inundate în caz de ploaie.

Terenul de la gura unui puț se nivelează, iar atunci cînd este plasat în pantă, mai sus de gura puțului se execută șanțuri de scurgere a apei.

În lucrările de prospecțiune geologico-tehnică puțurile se execută îndeosebi pentru următoarele scopuri :

— determinarea unei succesiuni stratigrafice ;
— completarea unei coloane stratigrafice ;
— stabilirea poziției și valorii unui accident tectonic ;
— cercetarea unor strate acoperite ;
— urmărirea în profunzime a unui strat înclinat ;
— conturarea unui zăcămînt (de materiale naturale de construcții);
— colectarea de probe necesare analizelor geologice, geotehnice sau chimice.

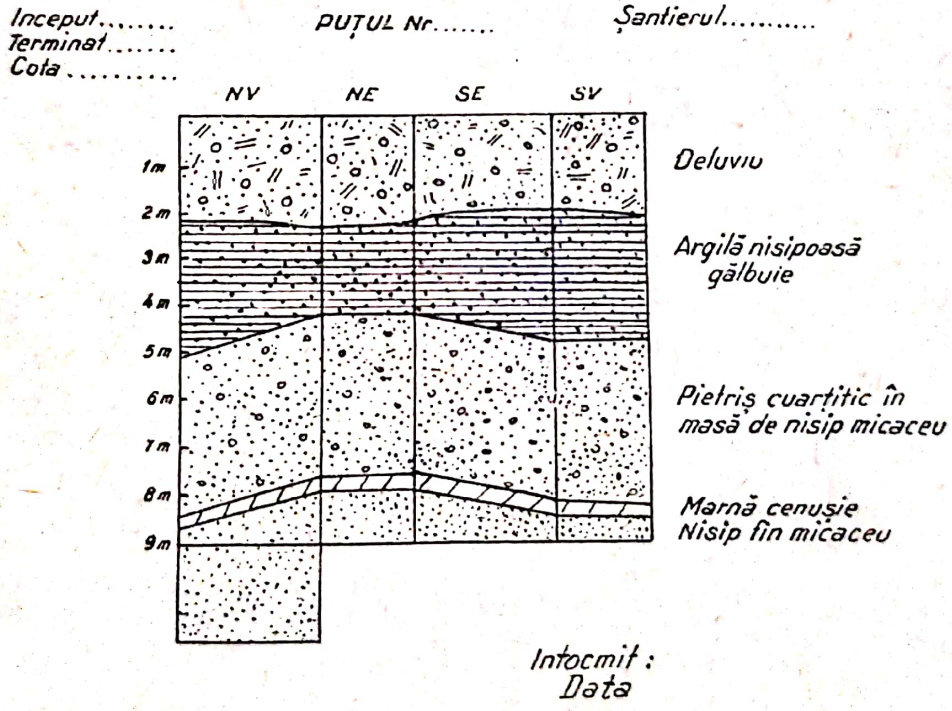


Fig. 63. Releveul unui puț.

Observațiile geologice într-un puț se fac concomitent cu avansarea și în fiecare perete al puțului. În carnet se face o schiță releveu a puțului, cu cei patru pereți desfășurați într-un singur plan (fig. 63).

Se va nota numărul puțului, poziția lui în zona de lucru, adîncimea, profilul, orientarea pereților, data începerii și termi-

Scanned with OKEN Scanner

nării lui, stratigrafia întîlnită, accidente tectonice, și orice alte elemente geologice întîlnite în puț.

Galerii. Galeriile de explorare sînt lucrări de săpare orizontale sau cu pantă mică (sub 7‰), de lungime variabilă și cu secțiunea utilă de 1,5—8 m², cu care se străbat din exterior sau dintr-o altă lucrare minieră (de exemplu dintr-un puț), formațiunile geologice ce interesează, în scopul cercetării lor. Ele se deosebesc de galeriile de exploatare prin scopul în care se execută.

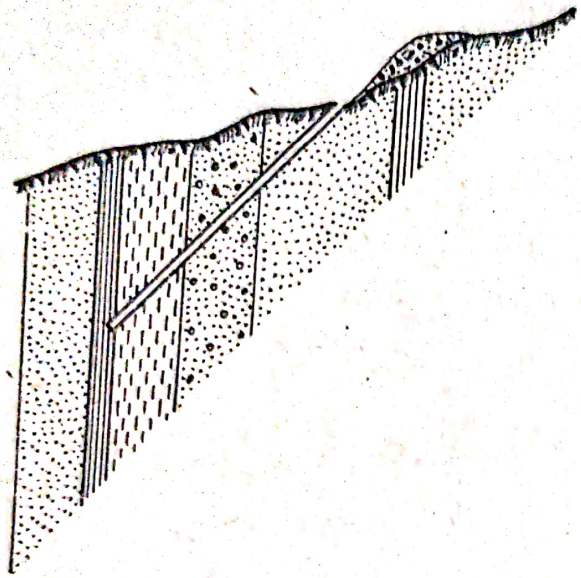


Fig. 64. Galerie de coastă.

Galeriile de explorare prezintă avantaje față de puțuri, deoarece se sapă mai repede, cu cheltuieli mai mici, susținerea se face mai ușor, iar în terenuri umede apa poate fi drenată și evacuată afară. Cu ajutorul galeriilor de explorare, se pot cerceta rocile dintr-un masiv, pe distanțe mari.

În funcție de poziția lor față de direcția stratelor se deosebesc : *galerii transversale* și *galerii direcționale.*

Galeriile transversale sînt perpendiculare pe direcția stratelor. Ele străbat întreaga succesiune stratigrafică.

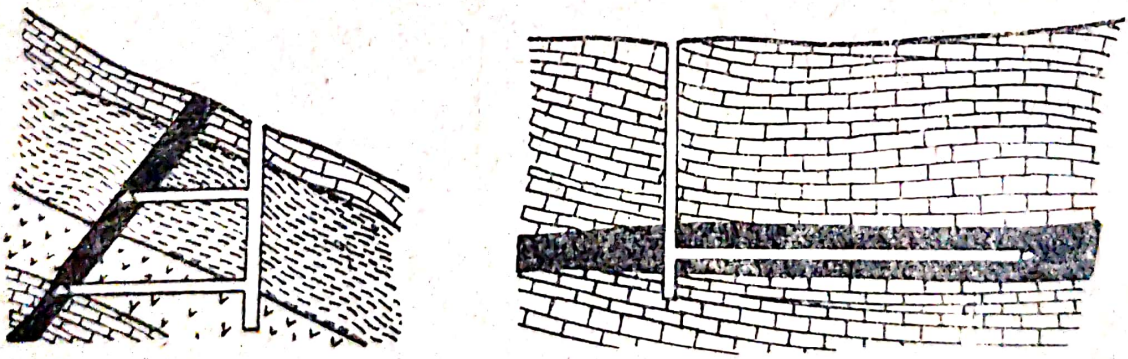


Fig. 65. Galerii pornite din puț.

Galeriile direcționale sînt paralele cu direcția stratelor. Ele străbat un singur strat. În roci eruptive, prin galerii transversale se înțeleg galeriile care merg în steril, iar prin galerii direcționale cele ce parcurg roci utile.

După locul de începere al galeriei se deosebesc : *galerii de coastă* (fig. 64) și *galerii pornite din puț* (fig. 65).

Scanned with OKEN Scanner

Galeriile pornite din puț se folosesc atunci cînd stratele ce urmează a fi cercetate sînt sub un relief plat, sau sub cota văilor, sau stratele au înclinări foarte mici (sub 15°).

Elementele unei galerii (fig. 66) sînt :

— gura galeriei (locul de unde începe săparea unei galerii) ;
— talpa sau vatra (partea de jos a galeriei);
— tavanul sau cerimea (partea de sus a galeriei);
— pereții (părțile laterale ale galeriei);
— frontul de lucru (abataj).

Privind spre direcția de avansare, cu spatele spre gura galeriei, se deosebesc : un perete drept și un perete stîng.

Prin profilul unei galerii se înțelege conturul galeriei într-un plan perpendicular pe direcția de avansare.

Secțiunea unei galerii este mărimea suprafeței închisă de profil. Ea depinde de materialul de susținere de scopul pentru care se sapă galeria,

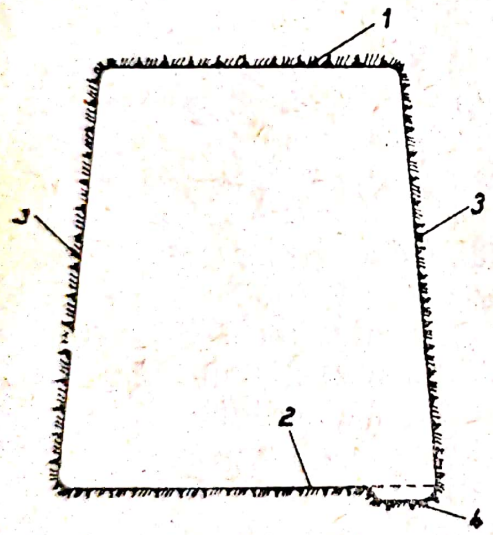


Fig. 66. Elementele unei galerii :
1 — tavanul galeriei ; *2* — talpa galeriei ; *3* — pereții galeriei ; *4* — șanț de scurgere a apei.

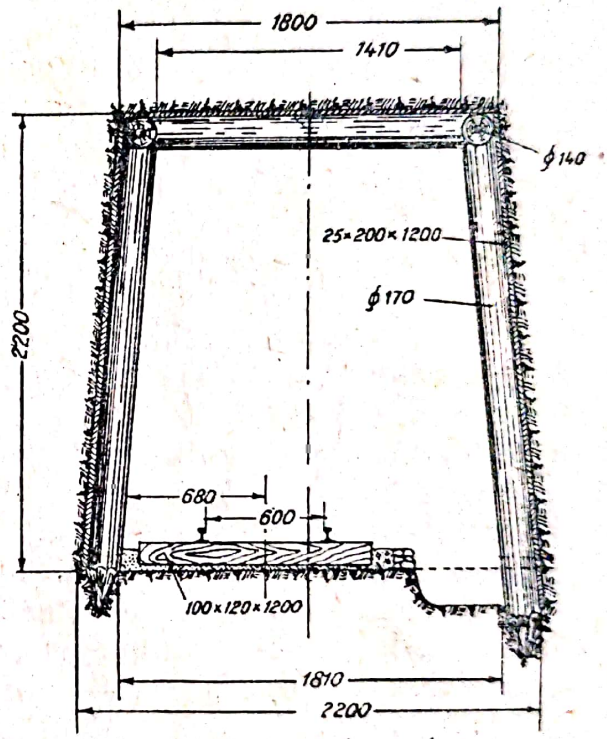


Fig. 67. Galerie de explorare cu secțiunea 4,40 m².

de felul în care se transportă materialul, de modul în care se face aerajul și de normele de tehnica securității. Cele mai frecvente galerii de explorare au secțiunea de 3,24, 3,87 sau 4,40 m² (fig. 67).

Operația de tăiere sau detașare a rocilor în scopul de a executa lucrări de săpare la zi (șanțuri, fundații etc.) sau subterane (galerii, puțuri etc.) se numește *abataj*.

După felul energiei ce se întrebuințează la tăierea sau detașarea rocilor se deosebesc diverse procedee de abataj : manual (cu

Scanned with OKEN Scanner

lopata, cazmaua, tîrnăcopul etc.) mecanic (cu cazma pneumatică, ciocan pneumatic, haveză etc.), cu explozivi (dinamită, astralită etc.), prin hidromecanizare.

Procedeul de abataj se alege în funcție de duritatea rocilor, de rezistența lor la eforturi mecanice, de timpul în care urmează a se executa lucrarea și de fondurile alocate.

În majoritatea cazurilor (cu excepția rocilor dure și compacte), o dată cu avansarea este necesar să se facă și armarea galeriei, pentru ca pereții acesteia să nu se surpe. Armarea se face de obicei cu cadre din lemn, iar în cazuri speciale cu beton.

Transportul materialului rezultat prin săpare se face cu roaba — pentru distanțele mici, sau cu vagonete — pentru distanțe mai mari, acționate de mîna omului sau de locomotive speciale de mină.

În anumite cazuri (hidromecanizare-dizolvare) transportul materialului se face cu ajutorul apei.

Deoarece în procesul de avansare, galeria poate intercepta o pînză de apă subterană, este necesar ca în talpă, pe partea dreaptă, să se execute un șanț de scurgere a apelor, cu o pantă de 3—5% spre gura galeriei.

Dacă lungimea galeriilor depășește 100 m (în anumite cazuri chiar pentru galerii mai scurte) este necesar să se facă aerajul galeriilor ; aceasta se realizează cu tuburi de aeraj, pîlnii de aeraj, sau ventilatoare speciale de mină, conform normelor de tehnica securității.

Alegerea amplasamentului galeriei. De alegerea corectă a amplasamentului depinde, în mare măsură, rezolvarea temei propuse. Factorul hotărîtor în alegerea amplasamentului unei galerii îl constituie scopul urmărit. Factorul auxiliar este relieful, care determină dacă galeria va fi de coastă sau pornită dintr-un puț. De asemenea, la alegerea amplasamentului unei galerii este necesar să se țină seamă de următoarele indicații :

— în fața galeriei să existe loc suficient pentru haldă ;

— gura galeriei să fie într-un loc ferit de inundații în perioadele de viituri ;

— să existe în apropiere, sau să se poată crea, căi de comunicație pentru transportul utilajului și materialelor.

*
* *

Observațiile geologice în galerii se fac asemănător cu cele din deschideri naturale, ele privind atît pereții cît și tavanul galeriei. Datele culese se înscriu în plan pe releveul galeriei, iar întreaga activitate se numește *cartare în subteran.*

Scanned with OKEN Scanner

Reprezentarea grafică este asemănătoare cu cea folosită în cazul cartării puțurilor.

Studiul formațiunilor unei galerii trebuie efectuat concomitent cu avansarea.

Explorarea prin foraje

În geologia tehnică și pentru prospectarea zăcămintelor de materiale de construcții se sapă rar la o adîncime mai mare de 150 m. Pentru asemenea lucrări și pentru altele similare, se folosesc aparate de foraj speciale din materiale ușoare, care se pot monta și demonta repede și sînt ușor transportabile (unele fiind montate chiar pe autovehicule). Diametrul găurilor pe care le pot fora este redus. Aceste aparate se numesc *sondeze.* Ele pot fi manuale (trepied) sau mecanice (Craelius, KAM-300, KAM-500, XB, XH etc.).

Sistemele de foraj sînt multiple, dar în linii mari ele se grupează în două categorii : forajul percutant și forajul rotativ.

Forajul percutant este sistemul cel mai vechi și se folosește în general pentru adîncimi mici. El constă în izbirea rocilor cu o sapă specială (trepan). Această izbire se realizează prin ridicarea succesivă a întregii garnituri de foraj care apasă pe sapă și coborîrea ei bruscă.

Forajul rotativ este cel mai des utilizat. El constă în rotirea sapei concomitent cu o apăsare de sus în jos, care se realizează manual sau mecanic. În acest fel roca este sfărîmată, fiind antrenată spre suprafață cu ajutorul unui circuit de noroi ce este pompat prin prăjinile de foraj.

Cel mai adesea însă este necesar să fie observate rocile străbătute pe întreaga adîncime forată, în starea lor din profunzime. Acest lucru se realizează cu ajutorul carotierelor.

Carotiera este un cilindru metalic, montat în locul sapei. La partea inferioară are o freză dințată care servește la tăierea inelară a rocii. Prin avansare, aceasta este introdusă în cilindru (tub carotier) și apoi trasă la suprafață (un inel special împiedică proba o dată intrată să iasă afară în timpul extragerii).

Probele astfel extrase se numesc *carote.*

Pe ele poate fi observată stratificația, umiditatea naturală, gradul de compactare, fosilele etc.

Pentru menținerea condițiilor naturale ale rocii, în vederea determinărilor de laborator, probele se extrag cu ajutorul unei piese speciale (geala) într-un știuț care imediat ce este adus la suprafață se parafinează la ambele capete.

Scanned with OKEN Scanner

Sondezele se folosesc pentru cercetarea terenurilor de fundație la baraje, poduri, silozuri etc., extragerea de probe în stare naturală din aceste terenuri pentru încercările de laborator, stabilirea stratificației în zonele în care urmează a se executa construcții sau în zonele vecine, pentru lucrări de impermeabilizare și cimentare, forarea găurilor în care se introduce exploziv pentru derocarea terenului, pentru găsirea și exploatarea pînzelor de apă ; pentru prospectarea și explorarea zăcămintelor de materiale de construcții etc.

Pentru realizarea acestor scopuri se fac de obicei mai multe foraje dispuse într-o rețea a cărei formă și întindere depinde de scopul urmărit, de relief și de fondurile alocate lucrării.

Cercetarea probelor. Probele recoltate din foraje se așază, în ordinea extragerii, în lădițe compartimentate, pe care se înscriu adîncimile de la care au fost recoltate fiecare, iar atunci cînd este necesar ca pe ele să se execute încercări geotehnice sau analize chimice de laborator, vor fi scoase probe și la ștuțuri, borcane și lădițe speciale. Acestea vor avea notate pe ele numărul forajului, data extragerii, adîncimea, natura rocii, numele șefului de echipă.

Observațiile geologice asupra probelor extrase din foraje se fac în același fel în care sînt observate rocile de la suprafață.

Ca material grafic se întocmește o fișă de stratificație a forajului (fig. 68) în care sînt descrise amănunțit toate stratele întîlnite, accidentele tectonice interceptate, fosilele etc.

Încercări experimentale. Realizarea construcțiilor în cele mai bune condițiuni necesită cunoașterea cît mai exactă a proprietăților rocilor ce constituie terenul de fundație. Cunoașterea acestor proprietăți este posibilă prin analizarea probelor extrase din lucrările de explorare efectuate.

Analizarea atentă a rezultatelor încercărilor de laborator, pentru determinarea proprietăților fizico-mecanice ale rocilor, arată că ele nu pot pune în evidență modul în care terenul se va comporta în timpul și după executarea construcției, sub sarcina transmisă. Din această necesitate de cunoaștere a modului de comportare a terenului în condițiile naturale, s-a trecut la efectuarea încercărilor experimentale, care oferă condițiile optime de studiu a proprietăților terenului.

Cele mai importante și mai folosite încercări experimentale executate pe teren sînt :

— încercările pe placă, pentru determinarea indicelui de capacitate portantă a terenului de fundație ;

— batere de piloți experimentali, pentru determinarea capacității portante (sarcini pentru fundații);

Scanned with OKEN Scanner

— determinarea absorbției specifice — prin încercări de permeabilitate cu pacherul sau cap de presiune (pierderi prin infiltrație);

— grupuri de cimentare — pentru determinarea consumului de ciment pe metru liniar foraj sau metru pătrat de voal de etanșare sau suprafață de fundație, impermeabilizări, izolații;

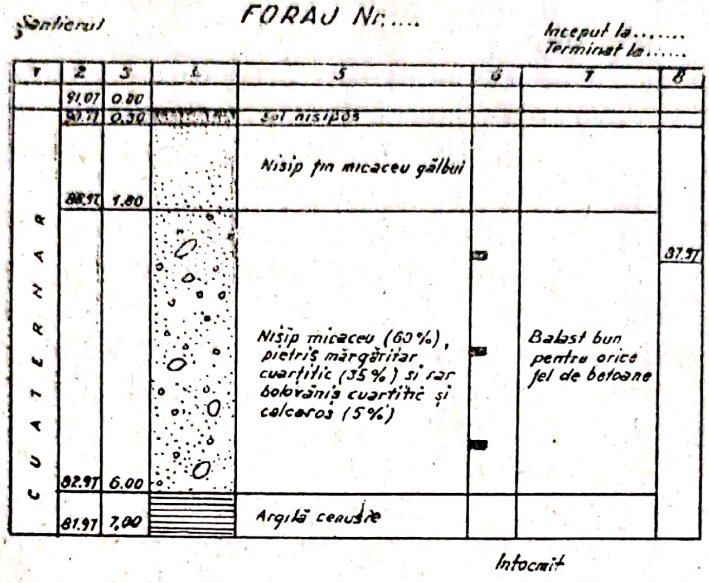


Fig. 68. Fișa de stratificație a unui foraj manual:
1 — vîrsta formațiunii; *2* — cota absolută; *3* — cota relativă; *4* — stratificația; *5* — descrierea litologică; *6* — adîncimea de recoltare a probelor; *7* — caracteristici tehnologice; *8* — adîncimea nivelului apelor subterane.

— determinarea coeficientului de frecare rocă/beton (stabilitatea barajelor);

— determinarea coeficientului de compresibilitate (tasarea barajelor);

— drenări cu stații de filtre aciculare;

— drenări prin grupuri de electroosmoză;

— pompări pentru determinarea coeficientului de permeabilitate;

— turnări pentru determinarea coeficientului de permeabilitate.

Alte încercări ce se pot efectua sînt:

— determinarea rezistenței rocilor prin gaura de foraj cu ajutorul presiometrului Menard;

— măsurarea prin fotografiere a fisurației și limitei dintre strate cu ajutorul periscopului în gaura de foraj.

Avantajul încercărilor de teren față de cele de laborator constă în aceea că rezultatele obținute sînt mai apropiate de reali-

Scanned with OKEN Scanner

tate decît cele din laborator, unde în anumite cazuri nici nu este posibil să se execute unele încercări (batere de piloți, absorbția specifică etc.).

4. Lucrări de birou

Lucrări de birou premergătoare fazei de teren. Spre deosebire de cartarea geologică obișnuită, la care lucrările premergătoare fazei de teren constau din pregătirea științifică, programarea lucrării, organizarea și echiparea pentru teren, la cartarea geologică tehnică intervin factori suplimentari, specifici pentru fiecare gen de construcție.

În primul rînd este necesară o informare asupra naturii construcției ce urmează a se realiza. Pentru fiecare gen de lucrare, metodologia cercetărilor și volumul de lucrări este specific. De aceea, este necesară cunoașterea unor detalii din proiect, pentru o mai bună orientare pe teren și pentru ca aprecierile și recomandările ce se fac să contribuie direct la rezolvarea problemelor ce se pun.

De asemenea, în această perioadă se va cerceta documentația existentă în legătură cu executarea și exploatarea diferitelor construcții aflate în regiune, în diferite condiții geologice tehnice. În acest fel, se obțin date privitoare la :

— tipul fundațiilor pentru diverse genuri de construcții ;

— încărcarea fundațiilor ;

— deformațiile construcțiilor legate de fundații, modul de executare a lucrărilor și condițiilor de exploatare ;

— comportarea terenurilor precum și a taluzurilor, săpăturilor, comportarea taluzurilor în condiții de umiditate constante sau variabile ;

— panta și comportarea diferitelor taluzuri naturale sau executate cu umpluturi din materiale locale ;

— tipul și comportarea drenajelor ;

— metodica lucrărilor de prospecțiune și explorare executate în regiune.

Apoi, va fi stabilit programul de lucru : termenele de predare a diverselor lucrări ; graficul general de desfășurare a lucrărilor pentru urmărirea îndeplinirii ritmice a cantităților înscrise la termenele stabilite.

Lucrări de birou după executarea fazei de teren. După terminarea lucrărilor de prospecțiune și explorare și după primirea rezultatelor analizelor și încercărilor de laborator se trece la faza de prelucrare a acestor date prin întocmirea pieselor grafice și a studiului.

Scanned with OKEN Scanner

Întocmirea hărților și profilelor geologice-tehnice este de mare însemnătate, deoarece ele redau situația de pe teren, iar prelucrarea rezultatelor furnizate de laborator dă posibilitatea cunoașterii calității rocilor din zona cercetată. În acest fel va fi posibil să se tragă concluzii judicioase asupra condițiilor pe care le oferă mediul cercetat și se pot face recomandări privind condițiile de realizare a lucrării, și se poate stabili programul de lucru pentru o nouă etapă.

Hărți geologice tehnice. Este necesar ca baza topografică a unei hărți geologice tehnice să corespundă realității terenului; dacă nu există o bază nouă, este necesară reambularea bazei vechi. Scara hărții este în funcție de faza de proiectare, gradul de complexitate geologică și importanța construcției.

Harta geologică tehnică reprezintă structura geologică a regiunii cercetate, cuprinzînd elemente de geomorfologie, hidrogeologie și procese geologice dinamice. În acest sens, harta este sinteza observațiilor efectuate pe teren.

Principiul care stă la baza întocmirii unei hărți geologice este stabilirea limitelor și relațiilor dintre formațiuni. Acest lucru este posibil prin unirea punctelor ce arată limita dintre o formațiune, sau prin trasarea acestei limite cu abace. Precizia hărții este cu atît mai mare cu cît numărul de puncte de observație este mai mare și distanța dintre două puncte mai mică.

Profile geologice tehnice. Profilele geologice-tehnice se întocmesc pentru a răspunde necesităților de proiectare, pe ele fiind reprezentate elementele geologice ale terenului, ale construcției (fundații), etape de săpare în cariere etc. Din această cauză, profilele geologice-tehnice se deosebesc de profilele geologice-interpretative prin următoarele elemente:

— pe ele sînt reprezentate unele elemente ale construcției;

— scara profilului; pentru profilele geologice-tehnice se folosesc scări mari pentru a se pune în evidență anumite detalii ale terenului de construcție și elemente ale construcției;

— folosirea scărilor deformate, pentru punerea în evidență a detaliilor unor elemente constructive, corectîndu-se unghiul de înclinare a stratelor în funcție de raportul deformației lungime/înălțime;

— consemnarea nivelelor de apă subterană, cu caracteristicile cele mai importante (ascensionale, arteziene, agresivitate, debit etc.);

— consemnarea celor mai importante proprietăți fizico-mecanice ale rocilor (absorbție specifică, compresibilitate etc.);

Scanned with OKEN Scanner

— consemnarea zonelor de instabilitate ale versanților cu marcarea limitelor planului (zonei de alunecare) și a lucrărilor propuse ;

— marcarea limitelor în cadrul cărora se face calcularea rezervelor.

În general, un profil geologic-tehnic cuprinde elementele de teren și cele din proiectare. În el se constată relația construcției sau treptei de exploatare cu structura geologică a terenului în funcție de proprietățile fizico-mecanice ale rocilor, față de condițiile hidrogeologice și stabilitatea terenului.

Hărți structurale. În cercetările geologice-tehnice, hărțile structurale au o importanță deosebită, întrucît ele arată situația geologică tehnică la nivelul la care se execută construcția sau exploatarea.

Cele mai folosite hărți structurale sînt :

— hărți-planuri cu izobate, în care se reprezintă relieful unei anumite formațiuni ce interesează pentru proiectarea unei construcții ;

— hărți-planuri cu izopahite, în care se reprezintă grosimea unui complex sau formațiuni, pentru evaluarea volumului de săpături ;

— hărți-planuri cu hidroizohipse, în care se reprezintă situația apelor subterane la o anumită dată ;

— hărți-planuri, la diferite cote, în care se arată constituția geologică, proprietățile fizico-mecanice ale rocilor, precum și nivelul apelor subterane.

Pe hărțile structurale sînt notate elementele constructive — pentru a se pune în evidență raporturile dintre construcție și mediul în care se realizează.

Scara hărților structurale este determinată de gradul de precizie necesar cunoașterii terenului în zona în care se execută construcția, tipul de construcție și gradul de complexitate geologică. Prin analizarea unei hărți structurale — pentru cota la care se realizează construcția — se pun în evidență situațiile favorabile și defavorabile în care se execută lucrarea, precum și măsurile ce trebuie luate pentru ameliorarea situației sau modul și etapele de desfășurare a lucrărilor.

Bloc diagrame. Harta geologică, deși reprezintă rezultatul cercetărilor geologice dintr-o zonă, nu poate să redea exact structura geologică — deoarece ea nu reprezintă decît situația la un anumit nivel. De aceea s-a simțit necesitatea ca harta să fie însoțită și de profile, pentru redarea structurii geologice în adîncime, în concepția celui care întocmește profilul.

Scanned with OKEN Scanner

Cu toate acestea, nici profilele nu reușesc să redea imaginea generală a structurii, deoarece ele nu prezintă decît un plan. Pentru redarea spațială a structurii, necesară înțelegerii cît mai corecte a condițiilor geologice regionale, este necesar să se construiască o serie de profile, care să arate dezvoltarea structurilor și a relațiilor tectonice dintre formațiuni. Între metodele folosite în acest scop menționăm : așezarea profilelor pe bază topografică simplificată, așezarea în culise, desenarea suprapusă a lor ; alegerea uneia sau alteia dintre metode este determinată atît de structura geologică cît și de elementul care se urmărește să fie pus în evidență. Dar nici această prezentare nu poate să redea exact realitatea, și mai mult, construcția nu poate oferi elemente suficiente de calcul.

Singura posibilitate de reprezentare clară în aceste condiții este reprezentarea grafică cu ajutorul bloc-diagramelor. Reprezentarea prin această metodă este concretă și de dimensiuni potrivite. Spre deosebire de hartă, bloc-diagrama dă și reprezentarea volumetrică a structurilor cercetate. Față de hărțile structurale, bloc-diagrama prezintă avantajul de reprezentare a unor planuri complexe, spre deosebire de hartă, pe care reprezentarea este unidimensională.

Bloc-diagramele redau numai elementele caracteristice ale terenului. Pentru executarea unei bloc-diagrame trebuie să se aleagă unghiul cel mai potrivit din care să se privească construcția, deoarece anumite părți ale reliefului nu apar sau altele apar exagerate.

Rezultatele forajelor pot fi folosite cu succes la construirea de bloc-diagrame, în special în regiunile fără diferențe mari de nivel ; asemenea construcții grafice sînt folosite în special cînd trebuie redată structura litologică pentru mari unități industriale, unde este necesară o privire de ansamblu și în care să se poată vedea cum lucrează elementele de fundație ale fiecărui obiect și cum se pot influența. Ele servesc și pentru precizarea condițiilor hidrogeologice în cazul structurilor încrucișate, unde nivelul apelor subterane pare să prezinte anumite anomalii.

Pe bloc diagrame pot fi proiectate elemente ale construcției sau diferite etape de exploatare a unei cariere.

5. Întocmirea studiului geologic-tehnic

Rezultatele cercetărilor de teren și laborator se sintetizează într-un referat sau raport, care reprezintă o dare de seamă asupra cercetărilor în general, sau asupra unei etape, privind unele situa-

Scanned with OKEN Scanner

ții, fapte și constatări care permit elaborarea soluțiilor tehnice, expunerea unei situații neprevăzute și rezultatele obținute.

În general, textul unui studiu pentru construcții importante cuprinde :

1. Introducerea, în care se arată scopul și problemele cercetărilor efectuate, cercetările anterioare, ordinea de desfășurare a lucrărilor, condițiile de lucru, timpul de lucru, delimitarea regiunii și încadrarea în unitatea geografică regională și unitatea geologică structurală.

2. Considerații geologice tehnice generale. În acest capitol se arată ce s-a scris pînă la data întocmirii studiului, în literatura de specialitate.

3. Orohidrografia.

4. Stratigrafia și tectonica. În acest capitol se face prezentarea constituției geologice a zonei și a relațiilor geometrice și stratigrafice dintre formațiuni.

5. Petrografia : se face descrierea petrografică a tipurilor de roci întîlnite, insistîndu-se asupra zonelor alterate.

6. Geomorfologia — descrierea principalelor forme de relief și influența constituției geologice asupra lor.

7. Hidrogeologia

— distribuirea apelor subterane ;

— regimul apelor subterane ;

— chimismul apelor subterane ;

— agresivitatea față de betoane a apelor de adîncime și a celor de suprafață ;

— permeabilitatea rocilor ;

— sursele de alimentare cu apă potabilă ;

8. Procese geologice dinamice : deplasări de teren, eroziuni, carst, nisipuri mișcătoare, zone de inundabilitate etc.

9. Caracterizarea geologică-tehnică a rocilor.

10. Examinarea condițiilor geologice-tehnice pentru fiecare variantă și obiect în parte.

11. Materiale de construcție necesare, cu aprecieri asupra posibilităților de folosire a materialului rezultat din derocările din amplasamentul construcției sau limitarea folosirii lui numai pentru anumite scopuri (rambleiaj, anrocamente, gabioane, moloane) și indicarea altor surse pentru agregate de betoane (balast, piatră concasată).

12. Considerații speciale : rezumatul principalelor rezultate ale cercetărilor efectuate, cu concluzii asupra comportării rocilor în timpul construcției și exploatării, arătîndu-se particularitățile condițiilor geologice tehnice de care trebuie să țină seamă în mod

Scanned with OKEN Scanner

special proiectanții și constructorii ; de asemenea, se fac recomandări pentru cea mai rațională rezolvare a problemelor de proiectare și de construcție care sînt în funcție de condițiile geologice.

Fiecare din aceste capitole poate avea o importanță mai mare sau mai mică, după modul în care un anumit aspect al problemei sau element al construcției cere acest lucru.

Cap. VI. PROSPECȚIUNEA ȘI EXPLORAREA ROCILOR FOLOSITE ÎN INDUSTRIA MATERIALELOR DE CONSTRUCȚII

Importanța rocilor folosite în industria materialelor de construcții. Dezvoltarea industriei socialiste, și a economiei țării noastre în general, a atras după sine o dezvoltare corespunzătoare a industriei construcțiilor de toate genurile (locuințe, fabrici, combinate, baraje, poduri, șosele etc.), care a avut drept consecință crearea unei noi industrii, industria materialelor de construcții.

Pentru asigurarea cu materii prime necesare, prin activitatea de cercetare geologică (prospecțiune și explorare) au fost cercetate în extindere zăcămintele care erau în exploatare : zăcămintele de calcar de la Lespezi-Fieni, Medgidia, Vînturarița, Remetea, Turda, Piscu Corbului-Brașov, Bicaz, Cernavodă, Hîrșova, Hoghiz, Govora etc. ; zăcămintele de argilă de la Jimbolia, Cărpiniș, Timișoara, Mofleni-Craiova, Gîdinți-Roman, Brănești-Pasărea, Buftea-Buciumeni, Sighișoara etc. ; zăcămintele de gips de la Cheia-Turda, Slănic, Pucioasa, Cucuteni, Aghireș etc. ; nisipurile cuarțitice de la Vălenii de Munte, Malul Alb-Pătîrlagele ; piatra de construcții de la Bampotoc-Chimindia, Căprioara, Ruschița, Moneasa, Greci etc., precum și alte zăcăminte de materiale naturale de construcții.

De asemenea, au fost create noi fabrici și combinate care produc materiale de construcții : fabrica de ciment „Congresul al XIX-lea al P.C.U.S." de la Bicaz, fabrica „Cimentul Păcii" de la Medgidia, fabrica de sticlă de la Sighișoara, fabrica de cărămizi de dialit de la Pătîrlagele, combinatele de prefabricate din beton de la București, Cluj, Craiova etc. Au fost reutilate fabricile de produse ceramice de la Jimbolia, Cărpiniș, Timișoara, Tîrgul

Scanned with OKEN Scanner

Mureș, Tîrnăveni, fabrica de sticlă de la Scăeni; fabricile de ciment de la Turda, Fieni, Brăila etc.

În prezent se află în studiu numeroase zăcăminte de materiale naturale de construcții, dintre care unele vor servi ca surse de materii prime pentru noi fabrici care urmează să se construiască în anii următori: zăcămîntul de calcar de la Suseni și zăcămîntul de marne de la Bîrsești, zăcămîntul de calcar de la Mateiaș, zăcămîntul de calcar de la Cuciulat, zăcămîntul de calcar de la Crăciunești, zăcămîntul de argilă de la Budieni, zăcămîntul de nisipuri cuarțoase de la Pătîrlagele, zăcămîntul de gips de la Cerașu (reg. Ploiești), zăcămintele de balast de pe Valea Oltului, Valea Argeșului etc.

Capitolul de față se ocupă cu studiul formei, compoziției mineralogice, structurii și genezei rocilor care au o întrebuințare în industria materialelor de construcții, precum și cu metodele de prospecțiune, explorare și de calcul al rezervelor, specifice acestor zăcăminte. Cercetarea și studiul acestor roci necesită cunoștințe de mineralogie, petrografie, geologie, chimie, fizică și metodica de prospecțiune.

În cele ce urmează se schițează cadrul general de cercetare a zăcămintelor de roci utile pentru construcții, insistîndu-se asupra problemelor ce se pun în mod special la prospectarea, explorarea și calculul rezervelor.

Separarea zăcămintelor de materiale naturale de construcții într-o categorie aparte, nu are la bază un criteriu geologic, ci unul economic și a fost făcută numai pentru ușurința expunerii. Aceste zăcăminte pot avea origine eruptivă, sedimentară sau metamorfică și sînt de tipuri variate.

Cele mai multe însă — și tot odată cele mai importante ca valoare economică — sînt sedimentare, de tip stratiform (gips, argilă, marnă, nisip cuarțos etc.) sau masive (calcare).

Metodica de cercetare a zăcămintelor de materiale naturale de construcții parcurge, în mare, aceleași etape clasice de cercetare pentru orice tip de zăcămînt: recunoașterea geologică, cartarea detaliată cu indicarea zonelor importante din punct de vedere economic, cartarea foarte detaliată a acestor zone, combinată cu lucrări de foraje și minerit prin care se conturează zăcămîntul, probarea zăcămîntului, calculul cantitativ și calitativ al rezervelor.

În cadrul fiecărei etape, metodele și mijloacele de cercetare diferă, în funcție de relief, tipul de zăcămînt, gradul de detaliere etc. Natura materialului ce urmează a fi cercetat determină ca observațiile geologice, lucrările de explorare, amplasarea lor, probarea zăcămîntului etc., să se facă cu un anume specific (de ex-

Scanned with OKEN Scanner

zăcămintele de gips și cele de argilă deși sînt ambele de tip stratiform se cercetează diferit).

Un alt factor de care trebuie să se țină seama în cercetarea acestora este economicitatea lucrărilor. Materialele de construcții sînt produse relativ ieftine; de aceea, prospectarea și explorarea lor trebuie să se facă cu minimum de cheltuieli, adică la un preț de cost cît mai scăzut.

Menționăm că metodele care se expun, nu sînt „rețete" de cercetare; dimpotrivă, ele sînt numai jaloane a căror valabilitate a fost verificată în practică. Aceasta deoarece fiecare zăcămînt își are specificul lui și deci necesită o metodă de cercetare specifică.

În prospectarea și explorarea zăcămintelor de materiale naturale de construcții, ideea conducătoare este obținerea rezervelor maxime cu minim de cheltuieli.

1. Calcare

Calcarele sînt roci sedimentare organogene sau de precipitație fizico-chimică, care au în compoziția lor carbonat de calciu ($CaCO_3$) în proporție mai mare de 65%. În afară de $CaCO_3$, calcarele mai conțin Al_2O_3, Fe_2O_3, SiO_2, MgO, TiO_2, CO_3Mg, Mn_3O_4 etc., în procente variabile.

Calcarele pure au în componența lor 95—99% CO_3Ca.

Geneza calcarelor este foarte diferită. După geneză și după mediul în care s-au format, schematic se deosebesc următoarele tipuri de calcare:

- Calcare de precipitație fizico-chimică
  - mediu marin
    - calcare litografice
    - calcare oolitice
  - mediu terestru
    - calcare pisolitice
    - formațiuni de peșteră (stalactite, stalacmite, cruste calcaroase etc.)
- Calcare organogene (formate în mediu marin)
  - calcare recifale
  - calcare organogene detritice
  - calcare cu Lithothamnium
  - calcare cu briozoare
  - calcare cu foraminifere
  - calcare cu lamelibranhiate etc.

Scanned with OKEN Scanner

În țara noastră, calcarele de tip Stramberg, formează cele mai importante zăcăminte. Acestea sînt calcare recifale, masive, fără o stratificație evidentă, cu structură granulară și textură masivă. Culoarea lor este alb-gălbuie, sau alb-cenușie. Sînt casante, au spărtura așchioasă și duritatea în jurul valorii 4 (după scara lui Mohs).

Calcarele de tip Stramberg sînt în general bogate în carbonat de calciu ajungînd uneori (masivul Hășmaș) la un conținut mediu de 97,5% $CaCO_3$. În masa acestor calcare există fisuri sau goluri carstice, rezultate prin dizolvarea rocii de către apele de infiltrație și subterane. Uneori aceste fisuri sînt colmatate cu argilă reziduală de tip terra rossa.

Datorită rezistenței lor la acțiunea agenților externi, calcarele de Stramberg formează masive muntoase mari, versanți abrupți și creste ascuțite ale căror pante sînt în mare parte acoperite de grohotișuri. În general, calcarele formează zăcăminte masive, mai rar stratiforme.

Răspîndire. Calcarele sînt roci cu răspîndire largă, avînd vîrste geologice diferite. În țara noastră zăcămintele de calcar sînt mai frecvente în mezozoic.

Calcarele triasice formează uneori masive importante: culmile Adam și Eva lîngă Pojorîta, versantul sudic al Rarăului, Popina-Dobrogea, munții Pădurea Craiului. Alte apariții mai importante de calcare triasice se mai cunosc la Kairaci-Mahmudia, Hagighiol și Cataloi (reg. Dobrogea), precum și în munții Codru Moma.

Din cauza conținutului ridicat în carbonat de magneziu, calcarele triasice sînt rar exploatate.

Cele mai importante zăcăminte de calcar de la noi din țară sînt de vîrstă jurasic-superioară (titonică).

În zona cristalino-mezozoică a Carpaților Orientali se găsesc masive de calcare recifale de tip Stramberg. Zonele mai importante de extindere a acestora sînt: Cheile Bicazului-masivul Hășmaș, Merești, Racoș-Măgura Codlei, versantul apusean al Bucegilor cu masivele Strunga, Zănoaga, Lespezi etc., masivele Piatra Mare, Postăvar și Piatra Craiului, culmea Rucărului, masivul Mateiaș (la nord de Cîmpulung Muscel) etc.

Unul dintre cele mai importante ca valoare economică (cantitativ și calitativ) este zăcămîntul din munții Hășmaș, care se află în curs de explorare, în vederea folosirii calcarului în industria siderurgică, pentru noul combinat ce va fi construit la Galați.

În Carpații Meridionali, calcarele titonice, care se întind pînă în cretacicul inferior apar sub forma unei benzi discontinue în partea de sud a munților. Această fîșie capătă în unele locuri dezvoltări

Scanned with OKEN Scanner

importante, ca de pildă în munții Țarcu și Godeanu, la Soarbele, Piatra Iorgovanului etc., dar mai ales în zona Dobrița-Suseni-Tismana. De asemenea, ele apar bine reprezentate și în împrejurimile localității Băile Herculane și în special pe Valea Cernei.

În Banat, masivele de calcar cele mai importante apar în zona Doman-Reșița.

Calcarele titonice formează culmi importante și în munții Apuseni, ca de pildă în Pădurea Craiului și în munții Trascăului, unde se află Cheile Turzii, săpate în calcare.

Jurasicul superior din Dobrogea este reprezentat prin calcare masive, dispuse în trei zone discontinue: Cîrjelari-Aiorman, Grădina-Gura Dobrogei-Tașaul, și Hîrșova-Tichilești-Ovidiu.

În cretacicul inferior, pe anumite zone, a continuat depunerea calcarelor. Calcare de această vîrstă se găsesc în bazinul Dîmbovicioarei (calcare cu silexuri), în Banat (în zona Reșița-Moldova Nouă și la Șvinița), în munții Apuseni (Pădurea Craiului), în vestul Ardealului la Băile Victoria și 1 Mai, în Dobrogea la Cerna Vodă și Medgidia (calcare și cretă cu silexuri). Importanța economică a calcarelor cretacice este mult mai redusă decît a calcarelor jurasice.

Zăcăminte importante de calcar s-au format și în eocenul inferior. Dintre acestea citățm: calcarele numulitice de la Valea Cismelei-Cernavodă, de la Albești-Muscel, de la Tohan și din munții Perșani, apoi calcarele numulitice cu echinide de la Cuciulat (reg. Cluj) etc.

Întrebuințări. În industria materialelor de construcții calcarul se folosește la fabricarea cimentului împreună cu argile, marne și uneori bauxita, diatomit, cenușă de pirită etc. (în funcție de rețeta respectivă), la fabricarea varului de construcție și a varurilor hidraulice, ca piatră de construcție, piatră spartă, filer pentru șosele etc.

În metalurgie, calcarul se întrebuințează ca fondant la obținerea fontei în furnale și, tot ca fondant, la elaborarea oțelului în cuptoarele Siemens-Martin.

Alte utilizări: în industria chimică (la fabricarea sodei, carbidului, clorurii de var etc.), în industria zahărului, în industria sticlei, la rafinarea țițeiului, în industria electrotehnică, în poligrafie, în industria de piele și textile, în parfumerie, pentru filtrarea apelor etc.

Lucrări de prospecțiune și explorare. Prospecțiunea geologică începe cu faza de documentare, în care se consultă toate lucrările existente în literatura geologică referitoare la regiunea ce urmează a fi cercetată.

Scanned with OKEN Scanner

În cazul zăcămintelor de calcar, în faza de documentare se vor urmări în mod deosebit următoarele probleme :

— stratigrafia și tectonica regiunii ;

— studii existente asupra stratelor sau masivelor calcaroase ;

— existența în regiune a unor masive calcaroase necercetate încă și extinderea acestora ;

— dacă în regiune există fabrici care folosesc ca materie primă calcarul și de unde îl exploatează.

După ce s-a format o imagine cît mai completă asupra geologiei regiunii se poate executa *recunoașterea geologică*, care are ca scop principal recunoașterea limitelor unor formațiuni geologice, în special a masivelor de calcar importante, precum și stabilirea condițiilor de lucru.

Acestei faze îi urmează *cartarea geologică*, ce conduce la alcătuirea hărții geologice a regiunii, pe care vor fi indicate zonele de extindere ale zăcămîntului. În timpul cartării, din zăcămînt vor fi recoltate probe de suprafață, care prin analizare pot furniza date informative asupra calităților zăcămîntului.

Urmează *explorarea*, care constituie o etapă superioară a procesului de cunoaștere a zăcămîntului. Scopul final al lucrărilor de explorare este obținerea datelor necesare determinării rezervelor.

Zăcămintele de calcar au caracteristici diferite. Pentru acest motiv și metodele de explorare diferă de la un zăcămînt la altul. Metoda de explorare se alege ținînd seama de o serie de factori, dintre care cei mai importanți sînt : forma și conturul zăcămîntului, gradul de tectonizare, gradul de uniformitate a calității calcarelor.

Felul lucrărilor de explorare și amplasarea lor sînt determinate de condițiile naturale ale zăcămîntului, de grosimea rocilor acoperitoare, precum și de factorii tehnico-minieri și economici. De exemplu, zăcămintele de calcar stratiforme, cu înclinare mică și grosime relativ constantă, se explorează, de obicei, după o rețea pătratică de foraje ; la zăcămintele stratiforme cu înclinare mare sau cu variații mari de grosime explorarea se face pe profile orientate perpendicular pe direcția lor, prin lucrări miniere ; zăcămintele masive vor fi explorate prin profile de lucrări miniere dispuse perpendicular unul față de altul, sau radiar față de zăcămînt.

Distanțele dintre lucrările de explorare sînt determinate de variațiile, de grosimea și calitatea calcarului precum și de gradul de detaliere urmărit ; în zonele cu variații mari de grosime și calitate, lucrările de explorare vor fi mai dese.

Scanned with OKEN Scanner

Cercetarea geologică a lucrărilor de explorare, se face concomitent cu executarea acestora. Toate lucrările (galerii, puțuri, șanțuri, foraje etc.) vor fi cartate, urmărindu-se în mod deosebit stratele și pachetele de calcar sau, cînd acesta este masiv, variațiile lui faciale, litologice, structurale sau texturale. De asemenea vor fi cercetate intercalațiile sterile, fisurile, golurile carstice, gradul de alterare a calcarelor, prezența incluziunilor etc.

Datele obținute din lucrările de explorare vor fi corelate cu cele de suprafață, din deschiderile naturale, astfel încît să se poată obține o imagine clară asupra condițiilor de zăcămînt (direcție, înclinare, grosime, adîncimea de la suprafață, raportul cu rocile înconjurătoare), extinderii pe orizontală și verticală, litologiei, stratigrafiei și tectonicii, precum și asupra hidrogeologiei zăcămîntului.

Tot în faza de explorare, vor trebui determinate caracteristicile chimice și tehnologice ale zăcămîntului. În acest scop, concomitent cu executarea lucrărilor de explorare, din fiecare lucrare care traversează roca utilă se vor recolta probe, care vor fi trimise la laborator pentru analiză.

Din lucrările miniere de explorare, probele se recoltează din șanț continuu (executat într-un perete al galeriei, cu dimensiunile de 10×5 cm), făcîndu-se probe medii pe porțiuni de 5—10 m, dacă calcarul străbătut este omogen și compact, sau de 2—5 m, dacă are intercalații sterile.

În cazul în care stratificația întîlnită într-un perete diferă de cea a peretelui opus, se iau probe din ambii pereți.

Probele vor fi ambalate în săculeți speciali, pe care va fi scris: numărul și felul lucrării de explorare din care provin, adîncimea de recoltare, data recoltării, natura probei, numele culegătorului de probe.

Imediat după recoltare, probele vor fi ambalate cu grijă, pentru a se evita contaminarea lor prin răsturnare sau amestec cu alte substanțe din afară, și vor fi trimise la laborator însoțite de borderouri, care vor cuprinde aceleași date ca și etichetele de pe săculeții probelor, în plus, data expedierii și mijlocul de transport cu care au fost expediate.

Dacă explorarea zăcămîntului se face cu ajutorul forajelor, acestea vor trebui executate cu carotaj continuu, cu un recuperaj minim admisibil de 80%. Din carotele extrase vor fi luate probe medii pe tronsoane de 5—10 m, dacă roca este masivă și nu are intercalații sterile, și de 2—5 m, cînd există astfel de intercalații. Pentru a avea o continuitate a profilului sondei, pro-

Scanned with OKEN Scanner

bele se iau atît din roca utilă cît și din intercalațiile sterile, urmînd ca analizele de laborator să se facă numai asupra rocii utile. Restul probelor se păstrează ca probe martor.

Probarea unui zăcămînt este o activitate care necesită mult simț de răspundere și conștiinciozitate. Introducerea în probe a oricărui element străin poate duce la concluzii eronate asupra calităților zăcămîntului și poate provoca pagube materiale mari.

Analizele de laborator se fac conform STAS 4605-54. Ele vor avea specific diferit în funcție de utilizarea ce urmează a se da calcarului :

— calcarul pentru ciment, se analizează conform STAS 4605-54, după care analizele vor determina : CaO (min %); MgO (max %), SiO_2 (max %), Al_2O_3 (max %), Fe_2O_3 (max %), TiO_2 (max %), pierderile prin calcinare ;

— calcarul pentru var gras, se analizează conform STAS 5938-58, iar analizele vor determina : $CaCO_3$ (min %), $MgCO_3$ (max %), SiO_2 (max %);

— calcarul pentru furnale se analizează conform STAS 3962-53, iar analizele vor determina : $CaO+MgO$ (max %), MgO (min și max %), $SiO_2+Al_2O_3$ (max %), S (max %), pierderi prin calcinare și corpuri străine ;

— calcarul pentru industria sodei se analizează conform STAS 3967-53, iar analizele vor determina : $CaCO_3$ (min %), SiO_2 (max %), MgO (max %), SO_3 (max %);

— calcarul pentru metalurgie se analizează conform STAS 5297-56, iar analizele vor determina : CaO (min %), MgO (max %), SiO_2 (max %), $Fe_2O_3+Al_2O_3$ (max %), P (max %), S (max %).

În funcție de rezultatele acestor analize, aceleași standarde stabilesc și calitățile calcarului.

Explorarea zăcămîntului se încheie prin întocmirea raportului geologic, care se face conform normelor stabilite de Comisia Republicană de Rezerve a Comitetului Geologic.

Calculul rezervelor se va efectua prin metoda profilelor, în cazul zăcămintelor masive, sau prin metoda blocurilor geologice, în cazul zăcămintelor stratiforme.

2. Argile

Argila este o rocă sedimentară detritică, constituită, în cea mai mare parte, din particule fine și foarte fine, a căror diametru nu depășește 0,02 mm și care conține sub 5% $CaCO_3$ și cel

puțin 10% Al_2O_3. Ea reprezintă produsul de diageneză a fracțiunilor fine, rezultate din alterarea unor roci preexistente.

Constituenții principali ai argilelor sînt silicații de aluminiu hidratați (montmorillonit, caolinit, halloysit), alături de care mai pot participa: cuarț, felspați, muscovit, biotit etc., ca minerale rezultate tot din alterație, iar ca minerale diagenetice sulfuri, dolomit, glauconit etc. De asemenea, argilele mai au în constituția lor un procent variabil de humus (substanță organică).

Culoarea argilelor diferă în funcție de mineralele constituente (cenușie, verzuie, galbenă, roșietică).

Caracteristicile principale ale argilei sînt: textura granulară, structura capilară, coeziunea mare, plasticitatea mare și permeabilitatea apropiată de zero.

Argilele bogate în montmorillonit și caolinit sînt plastice și refractare (argilă plastică, argilă caolinică). Cînd conținutul în SiO_2 este ridicat, iar cel în oxizi (de Fe, Ca, Al etc.) este scăzut, argila plastică își păstrează forma chiar și la temperaturi de 1500—1700° (argilă refractară). Argilele formate în cea mai mare parte din montmorillonit și halloysit au proprietatea de a adsorbi ionii dintr-o soluție (argile smectice).

Zăcămintele de argilă sînt stratiforme.

Răspîndire. Argilele formează aproape 60% din totalul rocilor sedimentare.

În țara noastră argilele sînt frecvente în depozite terțiare, unde formează orizonturi litologice importante: orizontul argilelor vărgate inferioare, orizontul argilelor vărgate superioare și stratele de Cluj, din eocenul bazinului Transilvaniei; stratele de Pucioasa din flișul oligocen al Carpaților Orientali, argilele sarmațiene din nordul Moldovei și din Dobrogea de Sud, argilele din miocenul salifer din zona miocenă subcarpatică etc.

Zăcăminte de argilă ceramică se cunosc la: Jimbolia, Cărpiniș, Timișoara, Lugoj, Caracal, Tîrgu Jiu, Șimnic (reg. Oltenia), Urziceni, Brănești, Pasărea, Buftea, Buciumeni, Ștefănești, Afumați, Străulești (reg. București), Simileasca (reg. Ploiești), Defcea (reg. Dobrogea), Piatra Neamț, Gîdinți-Roman (reg. Bacău), Tîrgu Mureș, Iobăgeni, Viforoasa (reg. Mureș Autonomă Maghiară), Aghireș, Șorecani, Turda (reg. Cluj), Butani, Vad (reg. Oradea) etc. La Anina (Banat), Cristian (Brașov), Banlaca, Suncuiuș, Vadul Crișului (Oradea) etc., se găsesc argile refractare.

Întrebuințări. În industria materialelor de construcții, cea mai frecventă utilizare o au argilele plastice. Amestecate cu nisip acestea se transformă, prin ardere, în cărămizi, țigle, faianță,

Scanned with OKEN Scanner

smalț etc. Ele se mai folosesc ca adaos plastifiant pentru mortare pe bază de ciment.

Argila refractară este utilizată la confecționarea cărămizilor refractare, pentru șamotări etc.

Datorită permeabilității lor scăzute, argilele se folosesc pentru impermeabilizare (sîmburele impermeabil al barajelor de pămînt, ecrane în captările de apă etc.).

Argilele se mai întrebuințează și în alte industrii : la fabricarea porțelanului, în industria hîrtiei, industria textilă, industria chimică (degresant, adsorbant), la polizarea metalelor etc.

Argila caolinoasă se folosește uneori ca liant la amestecurile pentru formele de turnare a metalelor în turnătorii (argila tip Medgidia).

Prospecțiunea și explorarea. În cazul zăcămintelor de argilă, *în faza de documentare geologică,* atenția cercetărilor va fi îndreptată în special asupra următoarelor probleme :

— stratigrafia și tectonica regiunii ;

— litologia și variațiile litologice ;

— conturarea și localizarea pe hărți a zonelor cu pornituri extinse (care afectează de obicei stratele de argilă sau marnă);

— paleogeografia regiunii ;

— date asupra unor zăcăminte de argilă deja cercetate.

În perioada de *recunoaștere geologică,* pe lîngă obiectivele ce trebuie rezolvate în mod obișnuit în această etapă de lucru, geologul trebuie să identifice seriile și etajele ale căror formațiuni au strate importante de argilă și să se informeze dacă în regiune există cărămidării sau țiglării și de unde se extrage materialul pentru ele.

În faza *cartării geologice* de detaliu se va da atenție următoarelor probleme de stratificație și tectonică :

— separarea orizonturilor argiloase ;

— determinarea stratelor importante și a pachetelor de argilă ;

— măsurarea elementelor (direcție, înclinare, grosime) stratelor și pachetelor de argilă ;

— urmărirea continuității stratelor argiloase.

Observațiile de suprafață trebuie completate cu lucrări de explorare, care să furnizeze date privitoare la condițiile de zăcămînt, grosimea rocilor acoperitoare, variațiile calitative ale argilelor, hidrogeologia zăcămîntului etc.

Lucrările de explorare constau din foraje, de obicei manuale, dispuse într-o rețea aleasă în așa fel încît să cuprindă fie o zonă

Scanned with OKEN Scanner

cît mai mare din zăcămînt, fie zona cu rezervele cele mai importante, fie zona cu care se va începe exploatarea, după necesități. Distanța dintre foraje se ia între 50 și 200 m, în funcție de variațiile parametrilor principali ai zăcămîntului (grosime, grad de uniformitate etc.). Adîncimea forajelor va depinde de grosimea stratelor acoperitoare, de grosimea zăcămîntului și de nivelul la care se preconizează exploatarea.

Nu este recomandabil ca exploatarea să se facă prin lucrări miniere, deoarece argilele sînt plastice și mai ales în contact cu apa, se pot umfla distrugînd armăturile sau chiar lucrarea respectivă; lucrări miniere se execută numai pentru extragerea de probe semiindustriale.

Din forajele executate vor trebui extrase probe pentru analizele de laborator. Din fiecare strat se iau probe medii prin metoda sferturilor. Din stratele care depășesc grosimea de 5 m, se vor lua cîte două probe. În cazul în care zăcămîntul prezintă intercalații de strate de nisip se vor lua — separat — probe și din acestea.

Probele recoltate vor fi ambalate în lădițe etanșe, astfel încît să nu-și schimbe caracteristicile. Greutatea unei probe va fi de circa 25—30 kg. Pe fiecare lădiță va fi scris numărul forajului din care provine proba, adîncimea de recoltare, data recoltării și numele șefului de aparat.

Expedierea probelor la laborator se face pe măsura executării forajelor.

Determinările de laborator ce se fac depind de utilizarea pe care urmează să o primească argila, astfel:

— argilele pentru produse ceramice vor fi analizate conform STAS 23-52 determinîndu-se următoarele caracteristici: plasticitate, contracție la uscare, contracție totală (la 900° și 1000°), adsorbția de apă la fierbere la temperatura optimă de ardere, diametrul corpurilor străine;

— argila pentru mortare pe bază de ciment, va fi analizată conform STAS 4686-55 determinîndu-se: compoziția granulometrică, impuritățile (humus sulfuri, săruri ușor solubile), influența asupra rezistenței mecanice a mortarului, influența asupra tendinței de segregare a mortarului;

— argila pentru fabricarea produselor refractare se analizează conform STAS 3968-53, determinîndu-se textura, plasticitatea, contracția la uscare, culoarea la ardere, refractaritatea, punctul de vitrificare, contracția totală, conținutul în caolinit, conținutul în $Al_2O_3 + TiO_2$, conținutul în Fe_2O_3.

Scanned with OKEN Scanner

Pe baza datelor obținute în lucrările de prospecțiune și explorare și din analizele de laborator, se întocmește studiul geologic.

Calculul rezervelor se va efectua prin metoda mediei aritmetice sau metoda triunghiurilor.

3. Marne

Argila cu un conținut mai ridicat de 35% $CaCO_3$, se numește marnă.

Între argile ($CaCO_3$ sub 5%) și marne ($CaCO_3$ între 35—50%) există o trecere gradată, putîndu-se deosebi argile marnoase cu un conținut de $CaCO_3$ între 6—15% și marne argiloase cu un conținut de $CaCO_3$ între 15—35%. Cum aceste procente pot fi stabilite exact numai în laborator recunoașterea acestor roci pe teren necesită oarecare experiență mai ales pentru că, de multe ori, stratele marnoase alternează cu strate argiloase formînd pachete groase (stratele de Cîmpie din bazinul Transilvaniei), iar ca aspect macroscopic, marnele seamănă foarte mult cu argilele. Un indiciu în acest sens poate furniza reacția cu acid clorhidric: argilele nu fac efervescență cu acidul clorhidric, pe cînd în cazul marnelor acidul clorhidric se combină cu $CaCO_3$ cu degajare de CO_2. Această încercare trebuie să se facă în spărtură proaspătă, pentru ca proba să nu fie contaminată. Este recomandabil ca acidul clorhidric să fie diluat.

Caracteristicile principale ale argilelor se mențin și la marne, cu deosebirea că ele nu pot fi refractare și nici transformate prin ardere în produse ceramice. Aceasta se datorește procentului ridicat de $CaCO_3$ care, prin ardere, se transformă în var nestins. Prin stingere (în contact cu apa), varul nestins își mărește volumul și provoacă distrugerea produselor ceramice respective. De asemenea, plasticitatea marnelor este mai redusă decît cea a argilelor (de obicei marna în contact cu apa se sfărîmă și nu face pastă). Stratele superficiale de marne conțin uneori concrețiuni calcaroase, rezultate din dizolvarea de către apele de infiltrație a $CaCO_3$ și depunerea lui la baza stratului.

Din punct de vedere al conținutului în $CaCO_3$, marnele prezintă treceri și spre calcare (marne calcaroase, al căror procent în $CaCO_3$ este cuprins între 50 și 65%).

Zăcămintele de marne sînt stratiforme.

Răspîndire. În țara noastră marnele sînt răspîndite în cuprinsul terțiarului, dar se cunosc și depozite marnoase mai vechi (marnele roșii și verzi senoniene).

Scanned with OKEN Scanner

Strate sau pachete importante de marne se cunosc în depozitele eocene (faciesul marginal) de tip fliș din Carpații Orientali, în eocenul superior (marnele cu briozoare) și oligocenul mediu (stratele de Ileanda Mare, din bazinul Transilvaniei), în eocenul inferior de pe Valea Rea (Dobrogea) etc. În miocen și pliocen, marnele sînt și mai răspîndite, formînd uneori pachete groase de sute de metri. Ele iau parte în mod predominant la alcătuirea etajelor helveţian, tortonian și mai ales ponţian.

Zăcăminte importante de marne se cunosc la : Lugoj-Dealul Viilor, Bîrsești-Tîrgu-Jiu, Govora, Ticveni, Țepeșeni-Bicaz, Săndulești-Turda etc.

Întrebuinţări. În industria materialelor de construcţi, marnele se folosesc ca adaos, alături de calcar și, uneori, gips, la fabricarea cimentului.

În anumite cazuri, $CaCO_3$ conţinut în marne se găsește fin diseminat în masa rocii. Acest fapt permite utilizarea lor și în industria materialelor ceramice (cărămizi, ţigle etc.).

Ele sînt întrebuinţate și în alte ramuri industriale : industria textilă, industria chimică (coloranţi, adsorbanţi), la prepararea noroiului de foraj etc.

Prospecţiunea și explorarea. Metodica lucrărilor de prospecţiune și explorare pentru marne este asemănătoare cu cea descrisă la argile. În plus este necesar să se ţină seama de următoarele recomandări :

a. În folosul economicităţii lucrărilor, încă din faza de cartare geologică, este indicat să se recolteze și să se analizeze probe din deschideri naturale. Rezultatele acestor analize vor determina sensul fazei următoare de cercetare și anume :

— dacă marnele au un conţinut ridicat în $CaCO_3$, ele vor putea fi folosite la fabricarea cimentului ;

— dacă marnele au un conţinut scăzut în $CaCO_3$, și acesta nu este sub formă de granule, ele vor putea fi folosite la fabricarea produselor ceramice ;

— dacă marnele au un conţinut scăzut în $CaCO_3$, iar cel existent este sub formă de granule, ele nu vor putea fi utilizate în industria materialelor de construcţie.

În acest din urmă caz, rezervele se estimează și se încadrează în grupa rezervelor în afară de bilanţ.

b. Zăcămintele de marne prezintă mai frecvent variaţii ale calităţilor decît cele de argile. De aceea, lucrările de explorare vor fi mai dese în asemenea zone, probarea se va face pe tronsoane de cîte 2 m, iar calculul rezervelor se va executa pe sorturi.

Scanned with OKEN Scanner

4. Gips

Gipsul ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) este o rocă sedimentară monominerală, de precipitație fizico-chimică.

În anumite condiții (concentrarea soluției, datorită unei evaporări intense) sărurile conținute în apa mării — printre care și $CaSO_4$ — pot precipita.

Astfel de condiții există în lagunele (porțiuni din zona litorală separate de mare printr-o barieră) situate în zone cu climă caldă și aridă. La acestea, legătura cu marea fiind foarte redusă evaporarea apei mărește treptat concentrația acesteia în săruri. Cînd soluția atinge punctul de saturație pentru un anumit component, acesta începe să se depună prin precipitare. Dacă se mențin cauzele ce l-au declanșat, procesul de precipitare continuă pînă cînd toate sărurile se depun.

Sărurile precipită în ordinea inversă a solubilității lor: carbonați, sulfați, cloruri săruri delicvescente.

Sulfatul de calciu, deși se găsește în cantități mici în apa mării (în medie 2,6%), din cauza slabei sale solubilități, se depune repede și constituie acumulări stratiforme care formează gipsul. Dacă temperatura apei depășește 42°, sulfatul de calciu nu poate reține cele două molecule de apă și se formează anhidrit ($CaSO_4$).

Gipsul cristalizează monoclinic și are duritatea 2 (scara lui Mohs); curat este alb la culoare, dar poate fi gălbui, ruginiu, violet etc., datorită impurităților (oxizi de fier, hidrogen sulfurat, argilă etc.). De obicei are structura granulară și aspect zaharoid, dar mai poate fi fibros, lamelar etc., în special atunci cînd este depus secundar.

Varietatea albă, translucidă, compactă, se numește alabastru.

Răspîndire. În țara noastră, gipsul este o formațiune tipic miocenă, găsindu-se aproape în toate etajele acestei serii.

Acumulări mari se cunosc în acvitanianul, helveţianul și tortonianul din zona miocenă subcarpatică, unde pachetele de gips (în alternanță cu argile și marne gipsifere) ating 15—20 m.

Formațiuni asemănătoare apar și pe marginile bazinului Transilvaniei.

Dintre zăcămintele mai importante se citează: Pucioasa, Lăculețe, Cucuteni, Boteni, Mîneciu-Ungureni, Cerașu, Govora-Petreni, Aghireș-Cluj și Cheia-Săndulești.

Întrebuințări. Gipsul are următoarele întrebuințări:

1. La fabricarea *ipsosului*. Gipsul concasat și încălzit în cuptoare speciale, la o temperatură între 120—300°, pierde trei sferturi din apa de constituție și formează ipsosul ($CaSO_4 \frac{1}{2} H_2O$).

Scanned with OKEN Scanner

Calitatea acestuia depinde de culoare, timpul de priză, finețea de măcinare, rezistența la tracțiune prin încovoiere și la compresiune, puritate.

Ipsosul de bună calitate, alb și cu timpul de priză îndelungat (începutul 8 min și sfîrșitul 20 min) se folosește la modelat tipare pentru produse ceramice, sau în scopuri chirurgicale, la turnarea unor piese, pentru confecționarea de piese decorative. Calitățile inferioare se folosesc la prepararea mortarelor cu var, grunduri de tencuieli, prefabricate care nu au de suportat sarcini, elemente de construcții etc. În amestec cu clei și culori diverse, ipsosul formează *stucul* din care prin șlefuire se pot obține diverse elemente pentru decorațiuni interioare.

2. La fabricarea *cimentului Portland.* Cimentul Portland este produsul obținut prin măcinarea fină a klinkerului de ciment Portland cu un adaos de gips, necesar pentru reglarea timpului de priză. Priza la pasta de ciment de consistență normală nu începe mai devreme de o oră și nu se termină mai tîrziu de 10 ore.

Ca adaos la fabricarea cimentului Portland, în afară de gips se mai folosesc marnele și argilele gipsifere ce însoțesc de obicei stratele de gips.

Gipsul mai poate fi întrebuințat la fabricarea îngrășămintelor minerale, ca fixator în culori de anilină, culori minerale etc.

Din alabastru se confecționează diverse obiecte decorative.

Prospecțiunea și explorarea. Prospecțiunea zăcămintelor de gips necesită ca și în cazul celorlalte zăcăminte, o prealabilă documentare asupra geologiei regiunii ce urmează a fi cercetată, în care se vor urmări în mod deosebit următoarele probleme :

— stratigrafia și tectonica regiunii ;
— faciesul sedimentelor ;
— paleogeografia regiunii ;
— toate aparițiile de gips semnalate anterior.

Descoperirea de noi zăcăminte de gips și conturarea celor existente sînt principalele obiective care se urmăresc în fazele de recunoaștere și cartare geologică.

Concomitent cu cartarea geologică foarte detaliată, se vor executa lucrări de explorare geologică. Alegerea metodei de explorare, specifică de altfel fiecărui zăcămînt, depinde în special de forma și conturul zăcămîntului, direcția și înclinarea lui, gradul de tectonizare.

Lucrările de explorare (galerii, puțuri, foraje etc.) vor fi amplasate în funcție de relief, grosimea rocilor acoperitoare și

Scanned with OKEN Scanner

gradul de detaliere urmărit. Concomitent cu executarea lor, aceste lucrări vor trebui cartate, iar datele obținute, corelate cu cele culese în deschiderile naturale.

Din lucrările de explorare, vor fi recoltate continuu probe medii pe tronsoane de 5 m. Cînd se constată variații mari în calitățile zăcămîntului sau numeroase intercalații sterile, probarea se va face pe tronsoane de 2 m.

Probele vor fi analizate în laborator conform indicațiilor STAS 4474-59. Analiza chimică se referă la umiditate, apă de cristalizare, bioxid de siliciu, reziduu insolubil în acid clorhidric, trioxizi de fier și aluminiu, oxizi de calciu și magneziu, anhidridă sulfurică, bioxid de carbon. Pe baza acestor determinări se calculează conținutul de $CaSO_4$ semihidratat, dihidratat sau anhidru.

Datele culese pe teren și rezultatele analizelor de laborator vor fi folosite la întocmirea studiului geologic.

Calculul rezervelor se efectuează, de obicei, prin metoda profilelor sau metoda izohipselor.

5. Travertin

Travertinul este o rocă sedimentară, continentală, de precipitație fizico-chimică.

În apropierea izvoarelor minerale bicarbonatate reci, prin precipitarea carbonatului de calciu din soluția mineralizată, se formează tuful calcaros. Reacția are loc cu eliberare de bioxid de carbon și este înlesnită de plante, care folosesc bioxidul de carbon în procesul de asimilație. Tuful calcaros este o rocă poroasă, ușoară, friabilă, avînd în masa lui goluri mari; golurile iau naștere prin alterarea și distrugerea resturilor vegetale, cuprinse în masa tufului, la depunerea lui.

Procesul de depunere a carbonatului de calciu se continuă cu umplerea golurilor tufului, rezultînd travertinul — o rocă ce păstrează numai în parte golurile și porii, rezistentă și care se pretează la șlefuit.

Travertinul are culoarea galben-cafenie, avînd în general o venatură continuă și pe alocuri înflorată. Aspectul este mat, dar devine lucios prin șlefuire. Structura travertinului este fin granulară pînă la granulară semicristalină, iar textura vacuolară. Din punct de vedere chimic este constituit din $CaCO_3$ în proporție de circa 90%, alături de care iau parte SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, $MgCO_3$ etc., în procente variabile.

Scanned with OKEN Scanner

Caracteristicile fizico-mecanice mai importante:

Densitatea	= 2,50—3,00 kg/dm³
Compactitatea	= 80—95%
Porozitate totală	= 5—18%
Coeficient de gelivație	= 18—27%
Rezistența la compresiune	= 100—1000 kgf/cm².

Întrebuințări. Travertinul se folosește în construcții, ca material decorativ, placaje, trafouri, plăci, pretîndu-se și la prelucrări de piese masive, sculpturi, basoreliefuri pentru decorații exterioare și interioare etc. Nu este recomandabil pentru pardoseli și trepte.

Răspîndire. În țara noastră cele mai importante zăcăminte de travertin se găsesc la Cărpiniș-Deva, Bampotoc, Geoagiu, Borsec și Toplița. Zonele în care pot exista asemenea zăcăminte sînt învecinate izvoarelor bicarbonatate reci.

Prospecțiunea și explorarea. Prospecțiunea geologică începe printr-o documentare, în care se culeg date despre prezența depozitelor carbonatate, erupțiile vulcanice regionale, vîrsta lor și felul de manifestare, fenomenele post vulcanice, izvoarele minerale etc.

În faza de recunoaștere geologică observațiile vor trebui să stabilească, în principal, dacă în zona ce urmează a fi cercetată există premizele necesare formării unor acumulări de travertin.

Ele vor fi urmărite și conturate în etapa de cartare geologică, cînd se va cerceta în mod deosebit:

— proveniența apelor minerale bicarbonatate;
— regimul hidrogeologic;
— vîrsta izvoarelor;
— extinderea depozitelor de travertin și raporturile lor structurale cu celelalte roci;
— caracteristicile mineralogice și petrografice ale travertinului.

După conturarea zăcămîntului de travertin, se va trece la explorarea lui prin galerii direcționale situate la diverse nivele, în așa fel încît întreg corpul de zăcămînt să fie îmbrăcat cu lucrări miniere (pot fi executate, dacă este necesar, galerii laterale sau chiar puțuri).

Din lucrările miniere de explorare executate, se vor scoate din 50 în 50 m, blocuri de travertin avînd următoarele dimensiuni: lungimea 120—200 cm, lățimea 75—100 cm, grosimea 30—100 cm. Aceste blocuri vor fi predate laboratorului pentru determinarea caracteristicilor fizico-mecanice ale materialului.

Încercările se fac conform STAS 730-49.

Scanned with OKEN Scanner

La întocmirea raportului geologic se vor folosi datele culese din observații la suprafață, cele obținute prin cartarea lucrărilor de prospecțiune și rezultatele încercărilor de laborator.

Calculul rezervelor se poate efectua prin metoda mediei aritmetice, prin metoda patrulaterelor sau prin metoda profilelor.

6. Balast

Balastul este un amestec natural de nisip, pietriș și bolovăniș, în următoarea proporție: 45% nisip (elemente cuprinse între 0,02 și 2 mm) și 55% pietriș (elemente cuprinse între 2 și 70 mm) și bolovăniș (elemente peste 70 mm).

Nisipul, pietrișul și bolovănișul sînt roci sedimentare, detritice neconsolidate, formate pe seama rocilor eruptive, metamorfice și sedimentare preexistente, care sub acțiunea destructivă a agenților externi (apă, vînt, temperatură etc.), au fost dezagregate. Mineralele mai dure sau cele insolubile au rezistat sub forma unor fragmente de mărimi și forme diferite. Acest material a fost transportat din locul de origine, în special de către apele curgătoare, la mari distanțe și sedimentat. În timpul transportului, datorită rostogolirilor și frecărilor între ele, particulele se rotunjesc. Cînd intensitatea agentului de transport este constantă, sedimentarea depinde de greutatea specifică și forma particulelor. Cînd au același grad de rotunjire, elementele se depun în ordinea greutății lor specifice — indiferent de mărime — iar elementele cu forme neregulate se vor depune mai tîrziu decît cele rotunjite cu greutate egală. Ținînd seamă și de faptul că în timp agentul de transport variază mult ca intensitate, se poate ușor înțelege că la un anume moment se depun elemente de toate mărimile și formele. În acest fel, deși în timpul transportului are loc o sortare, amestecul dintre nisip, pietriș și bolovăniș se menține, ceea ce variază de la un loc la altul fiind raportul procentual între componente.

Nisipurile sînt formate, de regulă, din granule de cuarț, feldspat, muscovit, biotit, alături de care pot să apară calcit, limonit, titanit etc.; uneori ele mai pot conține minerale argiloase (montmorillonit), fragmente de cochilii calcaroase sau silicioase, substanțe organice etc.

Pietrișurile și bolovănișurile sînt alcătuite în special din roci dure: cuarțite, gnaise, granite, andezite, diabaze, calcare cristaline etc. În afară de acestea, balastul mai cuprinde și material levigabil, reprezentat prin fracțiuni fine, care pot fi înde-

Scanned with OKEN Scanner

părtate prin spălare cu apă. Aceste fracțiuni sînt formate din argilă (granule sau peliculară) și din grăunți foarte fini de nisip.

Întrebuințări. Balastul se folosește ca agregat pentru mortare, betoane și prefabricate, pentru lucrări de împietruire, pentru balastarea liniilor de cale ferată, pentru rambleierea minelor etc. El poate fi folosit ca atare, sau sortat (prin ciuruire), spălat, în funcție de proprietățile sale și de întrebuințarea ce i se dă.

Răspîndire. În țara noastră acumulări de balast se găsesc în special de-a lungul albiilor rîurilor de la exteriorul arcului carpatic.

Zonele mai importante purtătoare de zăcăminte de balast sînt pe rîul Siret, între Dolhasca și Suraia, pe valea Buzăului la nord de Buzău, pe valea Argeșului între Pitești și București, pe văile Prahova și Teleajen în amonte de Ploiești, pe rîul Olt între Zăvideni și Stoenești etc.

În Bazinul Transilvaniei, balastierele sînt puține. Totuși, se cunosc acumulări de balast pe rîul Mureș în zona Ghioroca, la Aiud și Coșlariu, pe valea Arieșului de la Moldovenești pînă la vărsarea în Mureș, pe valea Crișului Repede la Vadul Crișului etc.

Zonele cu perspectivă, mai puțin cercetate, sînt valea Bistriței, valea Trotușului, valea Siretului, valea Dîmboviței, valea Cernei, valea Minișului, valea Streiului, valea Bîrsei, valea Tîrlungului etc.

Prospecțiunea și explorarea. În faza de birou, premergătoare fazei de teren, se cercetează studiile și hărțile geologice referitoare la zona indicată și, în mod special (atunci cînd există), datele referitoare la zăcăminte de balast. Prin documentare se urmărește formarea unei imagini generale asupra geologiei și geomorfologiei regiunii, regimului hidrologic, căilor de acces, dîndu-se atenție specială următoarelor probleme :

— dacă cursul de apă ce interesează străbate sau a străbătut roci din care prin dezagregare și transport s-ar fi putut forma un balast de calitate ;
— lățimea medie a albiei majore și a luncii ;
— grosimea medie a aluviunilor ;
— existența intercalațiilor de argilă în balast ;
— căile de comunicație importante din regiune.

Odată aceste probleme lămurite — în măsura în care literatura geologică oferă date în acest sens — se vor putea stabili încă din birou care sînt zonele cele mai probabile în care există balast, și recunoașterea geologică va fi axată în special pe aceste zone.

Scanned with OKEN Scanner

Observațiile vor fi făcute în puncte cît mai numeroase, cercetîndu-se natura petrografică a elementelor din care este constituit balastul și determinîndu-se proporțiile în care intră fiecare mineral ; de asemeni se fac observații privind legătura cu căile de acces principale, racordarea la liniile de forță, amplasarea baracamentelor și a utilajului etc.

Un balast de bună calitate trebuie să îndeplinească următoarele condiții :

— elementele ce-l alcătuiesc să provină din roci dure, nealterabile la aer, apă, diferențe de temperatură, îngheț ;

— balastul să nu conțină minerale cu acțiune asupra cimentului (de exemplu pirită);

— procentele în sulfați și mice să fie scăzute, deoarece sulfații prin deshidratare își măresc volumul și în cantități mari pot produce expansiunea cimentului întărit, iar prezența unei cantități prea mari de mică reduce rezistența mortarelor și betoanelor (din cauza formei lamelare a grăunților de mică);

— să nu conțină cantități mari de granule de cărbuni ; prezența acestora în masa balastului poate provoca neajunsuri foarte mari, în primul rînd pentru că în cărbuni există compuși cu sulf, care prin oxidare trec în sulfați, în al doilea rînd, pentru că granulele de cărbuni conțin în masa lor o mare cantitate de apă adsorbită, care, prin îngheț, își mărește volumul provocînd distrugerea betonului ;

— conținutul în părți levigabile să fie minim, deoarece argila sub formă granulară, prin uscare își mărește contracția și favorizează fisurarea betonului, iar argila peliculară împiedică adeziunea dintre pasta de liant și granulele balastului.

Observațiile făcute pe teren sînt informative, deoarece ele se fac cu mijloace simple (ciocan, lupă etc.) și procedee rudimentare (de exemplu balastul constituit din roci dure este aspru la pipăit și scîrțîie între degete, iar balastul cu un conținut scăzut de argilă curge ușor printre degete etc.). De aceea, pentru determinarea calităților balastului, este obligatoriu ca observațiile de teren să fie continuate cu încercări de laborator.

În acest scop se recoltează, din diverse puncte ale zăcămîntului, probe de cîte 5 kg fiecare. Probele nu se vor lua de la suprafață, ci din profunzime (se sapă cu o lopată), iar numărul lor depinde de extinderea zonei cercetate.

Încercările de laborator se fac după indicațiile STAS 4606-54.

Dacă rezultatele acestor încercări sînt favorabile se poate trece la explorarea zăcămîntului care se face cu ajutorul forajelor manuale.

Scanned with OKEN Scanner

Zona pe care urmează a se calcula rezerve se explorează cu o rețea de foraje manuale. Mărimea acestei zone depinde, în principal, de volumul rezervelor care urmează să se calculeze și de menținerea calităților balastului în extindere. Adîncimea forajelor de explorare este în funcție de grosimea zăcămîntului de balast, sau de adîncimea pînă la care se preconizează viitoarea exploatare. Distanța maximă dintre foraje va fi de 200 m, și se va reduce pînă la 50 m, atunci cînd balastul conține numeroase intercalații sterile (argile).

Geologul care urmărește lucrarea va trebui să întocmească pe teren (făcînd observații asupra probelor), profilul geologic al fiecărui foraj.

Din foraje vor fi recoltate probe medii pe fiecare strat, iar din stratele care depășesc 2 m grosime se iau cîte două sau mai multe probe. O parte din probe vor fi așezate în lădițe compartimentate, în ordinea extragerii, iar restul în lădițe speciale (vrac) tip balastieră.

Probele vor fi expediate la laborator, unde urmează a se executa analiza granulometrică.

Prin analizele de laborator, care se fac conform STAS 4606-54 și 1667-54, se determină granulometria balastului, sorturile lui, conținutul în material levigabil, conținutul în impurități și natura lor.

Acești parametri permit stabilirea calităților balastului, variațiile acestor calități în cadrul zăcămîntului, domeniile în care este recomandabil să se utilizeze balastul, precum și operațiile la care trebuie eventual supus balastul pentru îmbunătățirea calităților sale.

Calculul rezervelor se efectuează de obicei prin metoda triunghiurilor sau metoda mediei aritmetice.

7. Steril ars

Micșorarea prețului de cost al construcțiilor se poate realiza între altele, și prin folosirea materialelor locale. În bazinele carbonifere — Valea Jiului și Comănești — se găsesc halde mari de steril ars, care s-au format prin autoaprinderea și arderea sterilului de mină. Sterilul ars poate fi folosit atît ca agregat la betoane, cît și ca adaos la fabricarea lianților. Utilizarea sterilului ars ca agregat este rațională și prin faptul că în aceste regiuni se găsesc mai greu agregate de carieră corespunzătoare, iar betoanele cu steril ars ca agregate sînt de greutate mijlocie și au o conductibilitate termică aproape de cea a cărămizilor, fiind un înlocuitor foarte bun al acestora.

Scanned with OKEN Scanner

La utilizarea sterilului în acest scop, trebuie avut în vedere însă faptul că în haldă se pot găsi diverse corpuri : lemne, bucăți de fier, țevi, vagoneți distruși, cîrpe, sticlă etc. Toate acestea prin ardere dau produse variate, accentuînd neomogenitatea materialului depozitat.

Rocile argiloase, din care este format în majoritate sterilul, se transformă, prin arderea în haldă la o temperatură de 800—1000°, într-un material de culoare roșie, asemănător cărămizii, care este sterilul ars de bună calitate. Acesta este însoțit de multe ori de substanțe dăunătoare și anume :

— var nestins, provenit din decarbonatarea calcarului care se află în steril sub formă de incluziuni. Prin stingere, varul își mărește volumul și provoacă cunoscutele „împușcături" care, în cazul betonului de steril ars, duc la distrugerea lui. Pentru acest motiv, la extragerea sterilului ars din halde, incluziunile de var trebuie înlăturate ;

— material insuficient ars sau nears, care fiind de natură argiloasă, are o rezistență mică și la udare cu apă se înmoaie, fiind deci impropriu folosirii ca agregat. Dacă aceste părți argiloase sînt cuprinse în fracțiunea fină a agregatului de steril ars, este recomandabilă îndepărtarea lor prin ciuruire, înlocuirea făcîndu-se apoi cu nisip obișnuit ;

— sulfați care, trecînd în soluție, pot reacționa cu hidroaluminatul tetracalcic din piatră de ciment, producînd umflări, care duc la distrugerea betonului. Din această cauză se limitează conținutul în SO_3 solubil la 1% și de SO_3 total la 3% ;

— cărbune nears, care se umflă în prezența apei, producînd degradări, care sînt și mai pronunțate cînd betonul este supus înghețului și dezghețului repetat.

Avînd o porozitate și o absorbție mai mare decît agregatele obișnuite, agregatele de steril ars nu sînt indicate la prepararea betoanelor care urmează să stea în umiditate permanentă (fundații, socluri etc.), deoarece ascensiunea capilară ridicată favorizează igrasia.

Tot din cauza absorbției apei de către agregatele de steril ars, este recomandabil ca acestea să fie stropite înainte de întrebuințare ; altfel betonul își pierde repede lucrabilitatea. Această mărire a cantității de apă de amestecare nu produce scăderile de rezistență care se observă la betoanele cu agregate obișnuite.

Deoarece betonul cu agregate de steril ars păstrează — datorită structurii sale — multă vreme umiditatea, el trebuie ferit de acțiunea înghețului, mai ales în primele zile de întărire.

Dacă betonul este uscat, înghețul și dezghețul nu au efect negativ.

Scanned with OKEN Scanner

Prospecțiunea și explorarea. În cazul în care se preconizează studierea posibilităților de folosire a sterilului ars dintr-o regiune ca agregat pentru betoane sau mortare, se cercetează în prealabil documentația geologică și minieră existentă, în special aceea cu privire la halde, care prin autoaprindere ar fi putut da naștere la zăcăminte de steril ars.

După precizarea poziției lor în spațiu, se va efectua o recunoaștere geologică în care se vor face observații ținîndu-se seama de considerentele și indicațiile arătate mai înainte.

Determinarea bucăților nearse și a celor sfărîmicioase se face spărgîndu-se cîteva bucăți mari, uscate, în care se observă culoarea spărturii ; bucățile nearse au culoarea cenușie deschisă sau verzuie, iar cele arse sînt roșii ; bucățile sfărîmicioase se constată prin apăsarea lor între degete. Bucățile de cărbune nears se recunosc ușor pe haldă. Fragmentele de roci calcaroase, datorită culorii lor albe, sînt vizibile și procentul în masa sterilului ars poate fi estimat.

De asemenea, în cadrul observațiilor de recunoaștere se va încerca determinarea grosimii sterilului ars și suprafața zăcămîntului.

Dacă în urma recunoașterii geologice s-a ajuns la concluzii favorabile se trece la determinarea rezervelor de steril ars, prin lucrări de explorare și analize de laborator.

Haldele au în general formă de piramidă neregulată, cu baza pe pantă. Înălțimea haldei crește pe măsura depunerii de material nou extras.

Halda de steril ars va fi explorată prin foraje dispuse după o rețea care va asigura întreaga suprafață. Adîncimea forajelor depinde de grosimea zăcămîntului de steril ars.

Probele recoltate din aceste foraje vor fi observate cu atenție, pentru a se stabili exact limita inferioară a zăcămîntului, precum și eventualele intercalații sterile care ar exista (argile nearse).

Avînd în vedere marea neomogenitate a materialului din care este constituită o haldă, rezultatele ce se obțin din foraje nu pot fi generalizate, decît în cazul unei rețele de lucrări de explorare foarte deasă. În caz contrar, datele furnizate de foraje vor fi considerate numai punctuale.

Analizele de laborator vor fi executate atît pe probele extrase din foraje, cît și pe o serie de probe recoltate de la suprafață, și vor trebui să determine în procente, conținutul în SO_3, CaO, SiO_2 etc.

Calculul rezervelor se va efectua după metoda mediei aritmetice, metoda profilelor, sau statistic.

Scanned with OKEN Scanner

8. Nisip cuarțos

Nisipurile sînt roci sedimentare detritice, neconsolidate, formate din elemente al căror diametru variază între 0,02 și 2 mm. Ele s-au format prin dezagregarea rocilor preexistente de către agenții externi, transportul și depunerea materialului dezagregat. În timpul transportului, s-a produs un intens proces de sortare.

După natura agentului de transport, nisipurile pot fi : marine, fluviatile sau eoliene.

De regulă, nisipurile sînt formate din grăunți de cuarț, feldspați, muscovit, mai rar calcit, limonit și uneori minerale grele. Cînd unul din aceste minerale este în proporție mai mare, nisipul se va denumi după mineralul predominant nisip cuarțos, nisip feldspatic, nisip micaceu etc.

Nisipul cuarțos este o rocă importantă în industria materialelor de construcții, el constituind materia primă pentru fabricarea sticlei. Varietățile folosite în acest scop trebuie să aibă între 90 și 99% SiO_2, să nu conțină mai mult de 1% Al_2O_3, 0,20% TiO_2, 0,10% FeO_3, pierderile prin calcinare să fie sub 0,3%, iar părțile levigabile maximum 1,5%. Îndeplinirea tuturor acestor cerințe este absolut necesară.

De asemenea, nisipul va trebui să aibă un anume grad de finețe stabilit de normele STAS 3844-53, pentru fiecare sort în parte.

Calitatea nisipului cuarțos depinde, în mare măsură, de conținutul în Fe_2O_3 : din nisipurile cu un conținut scăzut în Fe_2O_3 (maximum 1%) se obține sticlă de bună calitate ; din nisipurile cu un conținut mai ridicat în Fe_2O_3 (între 0,2—0,5%) rezultă sticlă colorată.

Zăcămintele de nisipuri cuarțoase sînt stratiforme.

Răspîndire. În depozitele oligocene din unitatea Pintenului de Văleni, a flișului Carpaților Orientali, au fost separate următoarele orizonturi litologice : orizontul șisturilor disodilice inferioare, orizontul inferior al gresiei de Kliwa, orizontul stratelor de Podul Morii, orizontul superior al gresiei de Kliwa, și orizontul menilitelor și diatomitelor.

Dintre acestea, orizontul inferior al gresiei de Kliwa *) și mai ales orizontul superior sînt purtătoare de bogate zăcăminte de nisip cuarțos ; gresia de Kliwa prezintă adesea treceri, atît pe verticală cît și pe orizontală, la nisipuri cuarțoase, în anumite zone

*) Gresia de Kliwa, o gresie silicioasă, albă, formată din grăunți de cuarț (circa 98%) alături de care pot apărea feldspat, minerale grele, limonit, glauconit, spiculi de spongieri, frustule de diatomee etc.

Scanned with OKEN Scanner

nisipurile fiind chiar mai dezvoltate decît bancurile de gresie (local orizontul superior al gresiei de Kliwa este cunoscut și sub numele de orizontul nisipurilor de Bușteanari). Uneori gresia de Kliwa este friabilă și în acest caz ea se exploatează ușor împreună cu nisipul.

Zăcăminte importante se cunosc la Bușteanari, Vălenii de Munte, Scăioși, Pătîrlagele (Malul Alb, Valea Lupului, Mlajet, Valea Rea).

Întrebuințări. S-a arătat mai înainte că nisipul cuarțos este folosit în deosebi la fabricarea sticlei.

În afară de aceasta se mai utilizează în ceramică, ca abraziv pentru șlefuirea metalelor; pentru confecționarea materialului refractar etc.

Prospecțiunea și explorarea. În faza de documentare geologică, premergătoare cercetărilor de teren, vor fi studiate toate publicațiile și rapoartele geologice referitoare la zona ce interesează, urmărindu-se în mod deosebit următoarele probleme:

— stratigrafia și tectonica regiunii;

— litologia și orizonturile litologice mai importante;

— faciesul în care s-au depus sedimentele;

— paleogeografia;

— date asupra unor zăcăminte de nisipuri cuarțoase, de diatomit, de argile (sau alte roci cu care apar de obicei asociate nisipurile cuarțoase), explorate deja.

Pe teren se va efectua o recunoaștere geologică, în care vor fi verificate datele mai importante culese din literatură, urmărindu-se și eventualele deschideri în care apar nisipuri cuarțoase.

Prin cartarea geologică detaliată, se va descifra stratigrafia și tectonica regiunii.

Din punct de vedere stratigrafic vor fi separate formațiunile pe vîrste, pînă la etaj, iar în cadrul fiecărui etaj, se vor face orizontări litologice, arătîndu-se, în care orizonturi se găsesc strate sau bancuri importante de nisip cuarțos. Elementele acestor strate (direcție, înclinare, grosime etc.), precum și frecvența lor vor trebui bine precizate. Dacă este necesar, se va face o reprezentare geognostică a cartării, adică se va alcătui o hartă în care formațiunile vor fi determinate nu pe baza vîrstei stratigrafice, ci pe criterii petrografice.

Determinarea stilului general de cutare va permite interpretări asupra extinderii zăcămîntului. De asemenea, se vor urmări toate accidentele tectonice, determinîndu-se amploarea lor, pentru a se stabili în ce măsură și sens afectează ele zăcămîntul.

Scanned with OKEN Scanner

Zonele indicate ca fiind purtătoare de zăcăminte de nisipuri cuarțoase vor fi cartate foarte detaliat, într-o fază mai avansată de studiu, iar observațiile de suprafață vor fi verificate și extinse prin lucrări de explorare.

Metoda de explorare se stabilește în funcție de condițiile naturale ale zăcămîntului, ținînd seama în special de poziția și grosimea stratelor, gradul de tectonizare, și grosimea rocilor acoperitoare.

Este recomandabil ca explorarea să se facă în special prin lucrări miniere, pentru ca zăcămintele stratiforme, cu înclinare mare — așa cum sînt zăcămintele de nisipuri cuarțoase din flișul Carpaților Orientali — să poată fi urmărite mai precis.

De exemplu, un asemenea zăcămînt poate fi atacat printr-o galerie transversală de coastă, care va străbate complexul productiv. Din această galerie vor fi executate galerii laterale (dreapta — stînga) prin strate mai importante de nisip. Acestea vor urmări direcțional zăcămîntul.

Cînd stratele unui zăcămînt de nisipuri cuarțoase sînt orizontale, explorarea se poate face printr-o rețea de puțuri, completată eventual cu galerii.

Forajele se folosesc mai rar, de regulă numai pentru determinarea grosimii rocilor acoperitoare, sau verificarea unei succesiuni stratigrafice.

Din lucrările de explorare vor fi recoltate continuu probe medii, pe tronsoane de cîte 5 m.

Analiza de laborator a acestor probe se va face conform STAS 3844-53, care stabilește totodată condițiile necesare pentru utilizarea nisipului la fabricarea sticlei, precum și criteriile de separare ale acestuia în sorturi calitative.

Calculul rezervelor se va efectua prin metoda izohipselor sau metoda profilelor.

9. Roci pentru placaje

Prin roci pentru placaje se înțelege suita de roci (eruptive, sedimentare sau metamorfice) din care se pot confecționa plăci (placaje) pentru decorațiuni interioare sau exterioare.

După cum se vede, această denumire nu are la bază un criteriu genetic ci unul practic. Ea delimitează rocile folosite la confecționarea placajelor care în mod greșit se mai numesc „marmure", de marmurele propriu-zise, care sînt roci provenite din metamorfozarea calcarelor.

Principalele tipuri de roci ce se încadrează în această categorie sînt: granitele, porfirele cuarțifere, sienitele, laurwikitul

gabbrourile (roci eruptive), calcarele, travertinul (roci sedimentare) și marmurele, gnaisele, amfibolitele și serpentinele (roci metamorfice).

Pentru ca o rocă să poată fi folosită la fabricarea placajelor trebuie să aibă următoarele caracteristici :

— să aibă aspect plăcut ;
— să se preteze la șlefuit ;
— să nu fie gelivă ;
— să reziste la acțiunea agenților externi ;
— să aibă duritate medie ;
— să reziste la eforturi mecanice (rezistență la compresiune, soc etc.);
— să aibă rezistență la uzură prin roadere mare ;
— să fie omogenă.

Evident că aceste caracteristici sînt rezultatul compoziției mineralogice, al structurii și texturii rocilor. De aceea, ele trebuie să fie apreciate prin prisma datelor pe care le oferă în acest sens petrografia.

Răspîndire. Principalele exploatări de roci pentru placaje, de pe teritoriul țării noastre sînt la : Greci Turcoaia (granit); Camena și Șvinița (porfire cuarțifere); Greci, Iuți, Cornereva, (gabbrouri); Tișovița, Baia Nouă (serpentine); Bampotoc, Albești, Mateiaș (calcare); Cărpiniș, Borsec, Toplița (travertin); Ruschița, Alun, Ghelar, Bucova, Luncani, Voșlăbeni, Lăzarea, Vașcău, Moneasa (marmură); Cumpăna, Cozia (gnais); Surduc, Armeniș, Băuțari (amfibolite).

Prospecțiunea și explorarea. Rocile pentru placaje fiind de origini și geneze diferite, au și forme de zăcămînt diferite. În metodica lucrărilor de prospecțiune și explorare va trebui să se țină seama de acest lucru, alegîndu-se metoda indicată pentru tipul respectiv.

Zăcămintele de roci folosite pentru placaje se vor explora prin lucrări miniere, deoarece pentru încercările de laborator sînt necesare probe de dimensiuni mari : lungimea între 50 și 300 cm, lățimea între 20 și 100 cm ; înălțimea între 5 și 20 cm. Foraje se fac doar pentru determinarea grosimii rocilor acoperitoare.

În cartarea geologică (atît la suprafață cît și în subteran) se vor observa în mod deosebit următoarele caracteristici ale rocii : culoarea, structura, textura, compoziția mineralogică, gradul de fisurare, gradul de alterare, duritatea.

De asemenea, vor trebui precizați următorii parametri ai zăcămîntului : forma și dimensiunile, condițiile de zăcămînt, gradul de tectonizare, hidrogeologia etc.

Scanned with OKEN Scanner

Încercările de laborator, care se fac conform STAS 730-49, se referă la gelivitate, rezistența la compresiune, rezistența la șoc și rezistența la uzură.

Calculul rezervelor se face prin metoda mediei aritmetice sau metoda patrulaterelor.

10. Roci pentru pavaje

Prin roci pentru pavaje se înțeleg rocile care se folosesc la împietruirea drumurilor. Din punct de vedere genetic, ele pot aparține rocilor sedimentare (gresii cuarțitice dure, calcare silicioase, calcare), rocilor metamorfice (gnaise), dar mai ales rocilor eruptive ale căror tipuri sînt aproape toate folosite în acest scop.

Pentru ca o rocă să poată fi folosită pentru pavaje, este necesar să îndeplinească următoarele condiții : să fie dură, să fie rezistentă la acțiunea agenților externi și să reziste la uzură prin roadere, să reziste la eforturile transmise pe verticală (de vehicule), să fie omogenă, să nu se lustruiască sub acțiunea agenților externi, să aibă spărtură dreaptă și să se fasoneze ușor.

Sorturile în care se folosește piatra pentru pavaje sînt următoarele : piatra spartă manual, piatră spartă simplu concasată, piatră spartă dublu concasată, criblură.

Carierele mai importante de piatră pentru pavaje de la noi din țară sînt : Ogradina, Cherbelezu, Tismana, Greci, Iacobdeal, Turcoaia (granite); Ocna de Fier, Dognecea, Oravița, Sasca, Moldova Nouă, Băița Bihor (granodiorite); Greci, Baia de Arieș, Roșia Montană, Zlatna (andezite și diorite) ; Cornereva, Poiana Mărului, Racoș (gabbrouri); Detunata, Șanovița, Lucareț, Săvîrșin, (bazalte).

Lucrările de prospecțiune și explorare se fac similar cu cele descrise la rocile pentru placaje.

Încercările fizico-mecanice de laborator se fac conform STAS 730-49.

Calculul rezervelor se face prin metoda blocurilor geologice sau metoda profilelor.

11. Clasificarea rezervelor

Clasificarea rezervelor de substanțe minerale stabilește principiile de bază pentru determinarea, încadrarea în grupe și categorii, a tuturor zăcămintelor, pe baza gradului de cunoaștere și a posibilităților de exploatare și valorificare industrială.

Prin grad de cunoaștere a unui zăcămînt se înțelege nivelul cunoașterii cantității rezervelor de substanță utilă, a formei, struc-

Scanned with OKEN Scanner

turii și condițiilor de zăcămînt, a calității și repartiției diferitelor calități, a proprietăților tehnologice, a condițiilor hidrogeologice și tehnico-miniere de exploatare.

Principiile clasificării rezervelor sînt stabilite de Comisia Republicană de Rezerve a Comitetului Geologic, fiind unice pentru întreaga țară.

Evidența tuturor rezervelor de substanțe minerale utile precum și coordonarea la nivel republican a cercetărilor privind extinderea fondului de rezerve, este făcută de Comisia pentru Inventariere și Valorificarea Rezervelor a Comitetului Geologic.

Determinarea rezervelor se face prin lucrări de prospecțiune, explorare și exploatare și, prin studii sau cercetări de laborator în stații pilot sau pe scară industrială.

Calculul rezervelor se referă la cantitățile aflate în zăcămînt, fără a ține cont de pierderile ce s-ar ivi la exploatare sau preparare.

Rezervele se calculează în genere în greutate. Ele se pot calcula și în volum, dacă această exprimare este mai sugestivă.

Grupele de rezerve. Din punct de vedere al condițiilor industriale de valorificare și al condițiilor tehnico-miniere de exploatare, rezervele de substanțe minerale utile se repartizează în două grupe, care se calculează, se confirmă și se țin în evidență separat :

Rezerve de bilanț, care, la nivelul gradului de cunoaștere al categoriei respective, se apreciază că, din punct de vedere calitativ, cantitativ și al condițiilor de zăcămînt, pot fi exploatate și valorificate în condițiile tehnicii existente.

Rezervele cuprinse în zonele interzise temporar exploatării (stîlpi de protecție pentru lucrări miniere, pilieri la limita zonelor temporar inaccesibile din cauza apelor, surpărilor etc.) rămîn în grupa de bilanț și se țin în evidență separat.

Rezerve în afară de bilanț care, la data confirmării lor, nu pot fi valorificate datorită volumului redus, grosimii mici, condițiilor grele de exploatare, procedeelor complicate și neeconomice de preparare și prelucrare la nivelul tehnicii existente, dar care pot constitui obiective pentru industrie în viitor.

Rezervele cuprinse în zonele de protecție pentru construcții industriale, căi ferate, șosele, ape curgătoare etc. se trec în afară de bilanț și se țin în evidență separat.

În funcție de schimbarea gradului de cunoaștere a posibilităților tehnice de exploatare și preparare, rezervele calculate pot fi trecute ulterior de la o grupă la alta.

Scanned with OKEN Scanner

Categoriile de rezerve. Rezervele de substanțe minerale utile din grupa de bilanț sau în afară de bilanț, se clasifică, după gradul de cunoaștere, în patru categorii : A, B, C_1 și C_2, care se caracterizează prin următoarele condiții :

Categoria A cuprinde rezervele explorate și studiate detaliat, la care se cunosc în amănunt : conturul delimitat prin lucrări de explorare (minerit sau foraje) sau exploatare ; condițiile de zăcămînt ; forma, grosimea și structura zăcămîntului, compoziția mineralogică ; conținuturile în componenți utili și variațiile acestora ; proprietățile tehnologice ; sorturile industriale și separarea lor spațială ; fluxul tehnologic de preparare și prelucrare la nivel semiindustrial ; conturul zonelor sterile ; condițiile hidrogeologice și condițiile tehnico-miniere de exploatare.

Categoria B cuprinde rezervele explorate și studiate la nivelul cunoașterii caracteristicilor principale, la care se cunosc : conturul delimitat prin lucrări de explorare sau exploatare, între care se pot include zone limitate de extrapolare, cînd grosimea și calitatea sînt constante ; condițiile de zăcămînt, forma, grosimea și structura zăcămîntului, conținuturile în componenți utili și variațiile acestora ; proprietățile tehnologice suficient lămurite.

Sorturile industriale sînt cunoscute fără a fi separate în spațiu, iar conturul zonelor sterile, cu aproximație. Fluxul tehnologic de preparare și prelucrare este studiat pe scară de laborator ; condițiile hidrogeologice și condițiile tehnico-miniere de exploatare sînt cunoscute în linii generale.

Categoria C_1 cuprinde rezervele explorate și studiate la un nivel corespunzător cunoașterii lor în linii generale.

Conturul rezervelor este determinat prin extrapolare între datele obținute din lucrările de explorare minieră și de foraj, din datele observațiilor geologice sau din lucrările geofizice. Condițiile de zăcămînt, forma, grosimea, compoziția mineralogică, sorturile industriale și conturul zonelor sterile sînt cunoscute în linii generale. Conținuturile în componenți utili, variațiile acestora, condițiile hidrogeologice și condițiile tehnico-miniere de exploatare sînt cunoscute în mod informativ. Fluxul tehnologic și de preparare și prelucrare este apreciat pe baza analizelor de laborator și prin analogie cu zăcămintele asemănătoare, cunoscute din acest punct de vedere.

Categoria C_2 cuprinde rezervele cunoscute în mod sumar.

Conturul este determinat pe baza unor lucrări de explorare sau de foraj, deschideri naturale, izolate, sau extrapolare de la

Scanned with OKEN Scanner

rezervele de categorii superioare în limitele structurilor purtătoare de substanțe minerale utile.

Condițiile de zăcămînt, forma, grosimea și conținutul în componenți utili sînt cunoscute pe baza lucrărilor care au dovedit prezența substanței minerale utile în puncte izolate, sau prin analogie cu zone învecinate studiate.

În afara rezervelor din categoriile A, B, C_1 și C_2, pentru aprecierea perspectivelor unor regiuni, se estimează și rezerva de prognoză pe baza considerentelor geologice. Aceste rezerve se țin în evidență separat și nu se confirmă de Comisia Republicană de Rezerve.

La încadrarea rezervelor în categorii se va ține seama numai de gradul de cunoaștere a zăcămîntului, indiferent de scopul și volumul lucrărilor executate.

Promovarea rezervelor într-o categorie superioară se poate face numai pe baza unui grad de cunoaștere superior.

În practică, repartizarea rezervelor pe categorii este o problemă destul de dificilă. Mulțimea indicilor care determină categoriile de rezerve, varietatea tipurilor de zăcăminte, sistemele diferite de explorare și exploatare, implică o deosebită atenție la raportarea rezervelor diferitelor părți dintr-un zăcămînt la o categorie sau alta.

Aceste norme de încadrare a rezervelor în categorii sînt extrase din Instrucțiunile Comisiei Republicane de Rezerve, fiind redate în cea mai mare parte textual.

12. Calculul rezervelor

Prin calculul rezervelor se înțelege determinarea cantitativă și calitativă a substanțelor minerale industriale conținute într-un zăcămînt.

Calculul rezervelor desăvîrșește faza de explorare a unui zăcămînt, fiind ultima etapă a acestei faze.

El se întocmește în baza studiului geologic al regiunii și al zăcămîntului, în care este precizat gradul de cunoaștere a acestuia.

Parametrii unui zăcămînt, necesari, în general, la calculul rezervelor sînt: suprafața zăcămîntului, grosimea medie, greutatea volumetrică a substanței minerale utile, conținutul mediu în util.

Orice calcul de rezerve se face cu un anumit grad de precizie, care depinde de complexitatea structurii geologice, de gradul de cunoaștere a zăcămîntului și de precizia determinării parametrilor

Scanned with OKEN Scanner

speciali ce vor intra în calcul. Erorile care pot apărea la un calcul de rezerve pot fi grupate în trei mari categorii :

1) erori geologice, legate de interpretări geologice insuficient fundamentate, sau de extinderea datelor obținute într-o zonă asupra celor vecine fără a avea un control ;

2) erori tehnice, legate de defecțiuni în tehnica măsurării și determinării unor parametri (grosimea medie, precizia analizelor chimice, măsurarea suprafețelor etc.);

3) erori legate de aplicarea unei metode de calcul improprii sau nerecomandabilă pentru tipul de zăcămînt, respectiv.

Aceste erori pot denatura uneori mult rezultatele unui calcul de rezerve. De aceea, totdeauna calculele sînt verificate, iar atunci cînd se constată erori se introduc diverși parametri de corecție, sau dacă este necesar calculul se reface.

Pentru a executa un calcul de rezerve cît mai corect, trebuie să se aprecieze cît mai real gradul de cunoaștere a zăcămîntului. După gradul de cunoaștere se va putea stabili la ce nivel de categorie trebuie să se execute calculul rezervelor și care este metoda cea mai indicată pentru realizarea acestui scop.

În literatura geologică sînt expuse numeroase metode și exemple de calcul al rezervelor. Trăsătura comună a acestora este faptul că ele se bazează pe principiul transformării zonelor complexe ale zăcămîntului în zone simple, ai căror parametri pot fi calculați ușor. În cele ce urmează vor fi descrise metodele care se folosesc mai des la calculul rezervelor zăcămintelor de materiale de construcții.

Metoda mediei aritmetice este cea mai simplă și mai rapidă. Ea folosește în calcul valorile medii ale parametrilor variabili ai zăcămîntului (grosime, conținut în util etc.). Aceste valori sînt foarte apropiate de cele reale, atunci cînd parametrii respectivi sînt relativ constanți. De aceea, metoda se folosește cu bune rezultate în special la zăcămintele stratiforme cu grosimea constantă (balast, argile, marne etc.).

Erorile ce se introduc în calcul cresc dacă parametrii zăcămîntului variază de la o lucrare la alta în limite largi, deoarece metoda de calcul nu are în vedere forma zăcămîntului.

Cu toată simplitatea ei, metoda mediei aritmetice dă în multe cazuri rezultate bune și este recomandată mai ales datorită ușurinței și rapidității cu care se fac calculele.

Calculul rezervelor se face cu formula :

$$R = \frac{h_1 + h_2 + h_3 \ldots + h_n}{n}$$

în care : S reprezintă suprafața zăcămîntului (se măsoară planimetric);

$h_1, h_2, h_3 \ldots h_n$ — grosimea zăcămîntului în lucrările de prospecțiuni executate (dacă există intercalații sterile, grosimile lor se scad);

n — numărul de lucrări de prospecțiuni ce au străbătut zăcămîntul ;

R — rezerva zăcămîntului.

Metoda blocurilor geologice este o variantă a metodei mediei aritmetice. Spre deosebire de aceasta, în care întreg zăcămîntul este considerat un singur bloc, în metoda blocurilor geologice, zăcămîntul se împarte în mai multe blocuri, după criterii ce diferă de la caz la caz : diferența de calitate a substanței minerale utile, stadiul explorărilor (ce ar putea determina categorii diferite), ordinea exploatării etc.

Calculul rezervelor, în fiecare bloc, se face prin metoda mediei aritmetice.

Metoda poligoanelor se bazează pe următorul principiu : În jurul fiecărui punct de intersecție a unei lucrări de explorare cu zăcămîntul se delimitează o zonă, a tuturor punctelor care sînt mai apropiate de lucrarea respectivă decît de alta.

Pentru separarea unor astfel de zone, se pornește de la următoarea teoremă : perpendiculara ridicată din centrul unui segment este locul geometric al tuturor punctelor egal depărtate de capetele segmentului. Se fac următoarele construcții grafice ajutătoare : Pe planul de evaluare a rezervelor, fiecare lucrare de prospecțiune se unește cu cele vecine prin drepte auxiliare. Din mijlocul acestor linii se ridică perpendiculare, care, unindu-se între ele, închid în jurul fiecărei lucrări de explorare un poligon, care cuprinde toate punctele situate mai aproape de lucrarea respectivă decît de alta (fig. 69). Suprafața acestui poligon se numește „zona de influență", deoarece toate caracteristicile zăcămîntului întîlnite în lucrarea de prospecțiune din centrul poligonului sînt extinse și asupra ei.

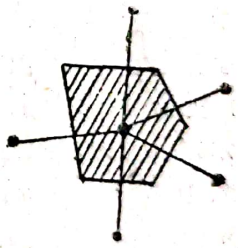


Fig. 69. Construcția grafică a „zonei de influență" în calculul rezervelor prin metoda poligoanelor.

În acest fel, planul de evaluare a rezervelor se separă în zone de influență poligonale, ($S_1, S_2, S_3, \ldots S_n$), iar zăcămîntul se consideră transformat într-o serie de prisme poligonale ($V_1, V_2, V_3 \ldots V_n$) a căror bază o constituie poligoanele ; înălțimea este

egală cu grosimea zăcămîntului (h_1, h_2, $h_3 \ldots h_n$) interceptată în lucrarea de prospecțiune din centrul poligonului (fig. 70).

Calculul rezervelor se face mai întîi pentru fiecare prismă în parte ($V_1 = S_1 \times h_1 \ldots V_n = S_1 \times h_n$) iar suma acestora reprezintă rezerva totală conform formulei

$$R = r_1 + r_2 + r_3 + \ldots + r_n$$

Metoda se folosește în cazul zăcămintelor stratiforme explorate prin foraje sau puțuri. Ea se aplică tot mai rar, deoarece con-

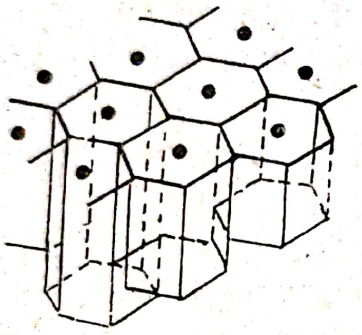


Fig. 70. Impărțirea unui zăcămînt în prisme poligonale, pentru calculul rezervelor prin metoda poligoanelor.

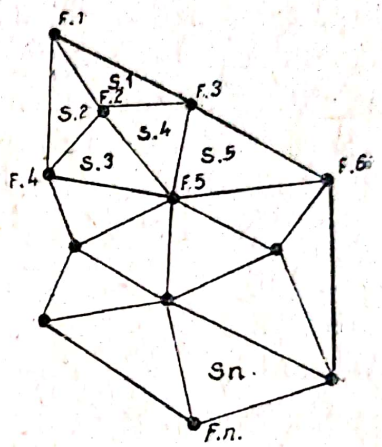


Fig. 71. Impărțirea suprafeței unui zăcămînt pentru calculul rezervelor prin metoda triunghiurilor.

struirea prismelor poligonale denaturează mult forma reală a zăcămîntului, parametrii ce se iau în calcul pentru o prismă rezultă numai pe baza unei intersecții întîmplătoare, și în fine, atunci cînd sînt multe lucrări de exploatare, construcțiile grafice sînt îndelungate.

Metoda triunghiurilor este des folosită la calcularea rezervelor zăcămintelor stratiforme, orizontale, (balast, argilă, marnă etc.). Zăcămîntul se consideră împărțit în prisme verticale triunghiulare, secționate oblic. Bazele acestor prisme (S_1, S_2, $S_3 \ldots S_n$) se obțin prin unirea tuturor punctelor de explorare prin linii drepte (fig. 71).

Înălțimea fiecărei prisme corespunde unei grosimi medii a zăcămîntului (H_1, H_2, $H_3, \ldots H_n$), care rezultă din media aritmetică a grosimilor zăcămîntului obținute din lucrările de explorare.

Scanned with OKEN Scanner

Calculul rezervelor se face mai întîi pentru fiecare prismă în parte ($R_s = S_1 \times H_1 \ldots R^n = S_1 \times H_n$), rezerva totală rezultînd prin însumarea rezervelor parțiale după următoarea formulă :

$$R = R_1 + R_2 + R_3 \ldots + R_n$$

După același procedeu se poate calcula volumul descopertei zăcămîntului, precum și volumul intercalațiilor sterile, atunci cînd este cazul.

Principalele neajunsuri ale acestei metode sînt numărul mare de calcule și tabele ce trebuie întocmite, precum și faptul că împărțirea în prisme triunghiulare secționate oblic deformează uneori forma reală a zăcămîntului.

Metoda patrulaterelor este o variantă a metodei triunghiurilor, folosită în cazul în care explorarea se face prin lucrări miniere după o rețea rectangulară. Proiecția zăcămîntului la suprafață se împarte în patrulatere, ale căror laturi se obțin prin unirea lucrărilor de prospecțiune. În spațiu, zăcămîntul se consideră secționat de o serie de prisme cu bazele corespunzătoare patrulaterelor respective.

Calculul rezervelor decurge similar cu cel din metoda triunghiurilor.

Metoda izohipselor este folosită în cazul zăcămintelor stratiforme cu înclinare mare și grosime relativ constantă.

Ea constă în intersectarea grafică, a zăcămîntului cu o serie de plane orizontale situate la distanțe egale.

Pe planul de calcul se proiectează intersecțiile planelor orizontale cu stratul respectiv obținîndu-se o serie de izohipse de înălțimi egale. Calculul volumului de rezervă cuprins între două plane se face înmulțind suprafața izohipsei respective cu distanța dintre plane (grosimea zăcămîntului).

Mărimea suprafeței rezultă din înmulțirea sectorului respectiv cu lățimea reală, iar grosimea se calculează ca medie a grosimii zăcămîntului, luată din lucrările de explorare.

Volumul total de rezerve R se obține adunînd volumele parțiale ($V_1, V_2 \ldots V$) astfel calculate, după formula

$$R = V_1 + V_2 + V_3 \ldots + V_n$$

Metoda prezintă următoarele avantaje : este simplă, construcția grafică este clară, iar calculele reduse.

Metoda profilelor este recomandată îndeosebi pentru calcularea rezervelor zăcămintelor masive.

Pe baza datelor obținute în lucrările miniere de explorare se construiesc o serie de profile geologice — paralele sau neparalele

Scanned with OKEN Scanner

— prin zăcămînt, în care sînt reprezentate și secțiunile în plan vertical ale zăcămîntului respectiv.

Aceste profile împart zăcămîntul în mai multe blocuri.

Rezervele de substanță minerală utilă se calculează mai întîi separat pentru fiecare bloc, apoi se însumează, obținîndu-se rezerva totală.

Calculul rezervelor unui bloc din zăcămînt se efectuează prin metode diferite care sînt determinate de doi factori: poziția în spațiu a suprafețelor ce mărginesc blocul respectiv, sau raportul de mărime dintre aceste suprafețe.

Vom considera mai întîi că cele două secțiuni sînt paralele. În această situație volumul blocului cuprins între ele se calculează după cum urmează:

a) în cazul în care suprafețele secțiunilor (S_1 și S_2) ce mărginesc blocul sînt aproximativ egale,

$$V = \frac{S_1 + S_2}{2} \cdot L,$$

unde L este lungimea blocului și se măsoară între cele două secțiuni;

b) în cazul în care diferența $S_1 - S_2 > 40\%$

$$V = \frac{S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 + S_2}}{3} \cdot L.$$

Pentru blocurile externe care sînt mărginite numai de o suprafață plană, în celelalte părți mărginindu-se cu suprafața neregulată a conturului zăcămîntului, se aplică următoarea formulă de calcul:

$$V = \frac{S_1 \cdot L_1}{2}.$$

în care:

S_1 este suprafața secțiunii plane;

L_1 — distanța de la planul secțiunii la punctul de efilare al zăcămîntului.

În cazul în care secțiunile ce se construiesc prin zăcămînt nu sînt paralele, calculul volumului blocurilor se face cu formula:

$$V = \frac{S_1 + S_2}{2} \cdot \frac{L_1 + L_2}{2}$$

(atunci cînd unghiul dintre secțiuni este mai mic de 10°)

în care S_1 și S_2 reprezintă suprafețele secțiunilor iar L_1 și L_2 — lungimile perpendicularelor coborîte din proiecțiile centrelor de

Scanned with OKEN Scanner

greutate ale suprafețelor profilelor pe linia de explorare opusă (se măsoară grafic);

sau : $$V = \frac{\alpha}{\sin \alpha} \cdot \frac{S_1 + S_2}{2} \cdot \frac{L_1 + L_2}{2}$$

(atunci cînd unghiul dintre secțiuni este mai mare de 10°), α fiind unghiul dintre planele secțiunilor.

Deși metoda profilelor necesită construcții grafice și măsurători delicate, iar calculul este destul de complicat, totuși ea se folosește des, deoarece rezultatele ce se obțin sînt dintre cele mai precise.

Valoarea rezultatelor ce se obțin într-un calcul de rezervă depinde, în mare măsură, de alegerea celei mai indicate metode de calcul, uneori folosindu-se chiar metode combinate.

Rezultatele nu sînt mai exacte cu cît metoda este mai complicată, ci cu cît ea este mai indicată, pentru zăcămîntul respectiv.

Instrucțiunile Comisiei Republicane de rezerve privind întocmirea rapoartelor geologice de calculul al rezervelor

Rapoartele geologice de calculul al rezervelor de substanțe minerale utile solide se întocmesc conform instrucțiunilor C.R.R., pe baza rezultatelor lucrărilor de prospecțiune, explorare și exploatare.

Raportul va fi alcătuit din text și material grafic și va cuprinde următoarele :

Partea I. Situația geologică

Introducere : — scopul și tematica lucrărilor ;
— ipotezele de lucru ;
— perioada în care s-au executat lucrările ; lucrări executate, preț, rezerve puse în evidență ;
— unitatea executantă, verificarea și aprobarea documentației, de cine este făcută ;
— condițiile de lucru — greutățile întîmpinate ;
— îndeplinirea recomandărilor făcute de C.R.R.

1. Date generale asupra regiunii :
— date administrative ;
— date geografice economice : clima, orohidrografia ;
— istoricul cercetărilor cu o privire critică ;
— istoricul explorării zăcămîntului ;
— confirmarea ipotezelor anterioare prin ultimele lucrări de explorare efectuate.

2. Geologia regiunii :
— stratigrafia ;
— tectonica ;
— evoluția geologică a regiunii ;
— geomorfologia ;
— substanțe minerale utile.

Scanned with OKEN Scanner

3. Metodica de prospecțiune și explorare și descrierea lucrărilor :
   — motivarea metodicii și arătarea grupei de zăcământ, pe baza factorilor naturali ;
   — lucrări executate și stadiul lor ;
   — motivarea distanțelor dintre lucrări ;
   — metodica de străbatere a substanței minerale utile ;
   — recuperarea realizată ;
   — motivarea lucrărilor excluse de la calculul rezervelor ;
   — metoda și distanța de colectare a probelor, cu motivare ;
   — numărul probelor colectate și modul de analiză ;
   — probe tehnologice ;
   — metode geofizice și geochimice folosite.

4. Geologia zăcământului :
   — stratigrafia ;
   — tectonica ;
   — corpurile de substanță minerală utilă (mod de zăcământ);
   — geneza.

5. Caracteristicile calitative și tehnologice ale substanței minerale utile :
   — compoziția mineralogică ;
   — sorturi industriale ;
   — rezultatele analizelor de laborator ;
   — analize de control ;
   — conținutul mediu ;
   — corespondența calității cu prevederile STAS în vigoare ;
   — rezultatele încercărilor tehnologice ;
   — posibilitatea de utilizare industrială ;
   — concluzii.

6. Condițiile hidrogeologice ale zăcământului :
   — metodica de cercetare cu motivarea ei ;
   — lucrări executate și motivarea lor ;
   — gradul de cunoaștere hidrogeologică a zăcământului ;
   — formațiunile acvifere, și caracterizarea lor ;
   — parametrii hidrogeologici ;
   — sursele de alimentare ale formațiunilor acvifere ;
   — nivelul hidrostatic ;
   — caracteristicile fizico-mecanice ale formațiunilor acvifere ;
   — influența apei asupra stării de agregare a rocilor ;
   — caracteristicile fizico-chimice ale apelor din diferite orizonturi ;
   — posibilitățile de asecare ;
   — promovarea rezervelor într-o categorie superioară, în urma cunoașterii condițiilor hidrogeologice ;
   — concluzii.

7. Condițiile tehnico-miniere de exploatare :
   — proprietățile fizico-mecanice ale rocilor din zăcământ și a celor limitrofe ;
   — litologia zăcământului și comportarea la exploatare ;
   — factorii ce îngreuiază exploatarea și impun luarea de măsuri speciale ;
   — metoda de exploatare ;
   — coeficientul de exploatare, coeficientul de dezvelire ;
   — concluzii.

Scanned with OKEN Scanner

Partea a II-a. Calculul rezervelor

1. Metoda de calcul și motivarea ei.
2. Determinarea parametrilor și calculul rezervelor :
   - suprafețe de calcul ;
   - grosimile complexelor ;
   - greutate volumetrică ;
   - conținutul și componenți utili ;
   - coeficienți de corecție ;
   - calculul rezervelor cu justificarea încadrării în grupe și categorii ;
   - rezerve propuse spre confirmare.

Partea a III-a. Concluzii

1. Mișcarea rezervelor după ultima confirmare și motivarea ei.
2. Aprecieri asupra importanței economice a materiei prime.
3. Aprecieri asupra perspectivei zăcămîntului.
4. Eficiența lucrărilor executate.
5. Privire critică asupra programului executat și propuneri pentru viitor.

Partea a IV-a. Anexe la text

Această parte va cuprinde : descrierea amănunțită a aflorimentelor și a tuturor lucrărilor de explorare executate ; planurile topografice utilizate ; triangulațiile existente și punctele principale care au stat la baza ridicărilor.

Partea a V-a. Tabele și material grafic

Numărul materialelor grafice anexate la raport va fi în funcție de numărul lucrărilor executate, în orice caz, suficient de mare pentru justificarea afirmațiilor și concluziilor raportului. Această parte cuprinde de obicei :

1. Harta regiunii cercetate la scara 1 : 100 000.
2. Harta geologică a regiunii la scara 1 : 10 000, 1 : 25 000 sau 1 : 50 000.
3. Secțiuni geologice transversale și longitudinale prin regiune la scara hărții.
4. Harta structurală a fiecărui corp de substanță utilă la scara 1 : 2000.
5. Planul de ansamblu cu conturarea rezervelor pe categorii.
6. Harta geologică a zăcămîntului la scara 1 : 2000 sau 1 : 5000.
7. Harta hidrogeologică a regiunii la scara 1 : 10 000, 1 : 25 000 sau 1 : 50 000.
8. Secțiuni de interpretare hidrogeologică.
9. Profile geologice ale sondelor hidrogeologice.
10. Harta litologică a acoperișului și culcușului fiecărui strat de substanță minerală utilă la scara 1 : 2000 sau 1 : 5000.
11. Harta geologică tehnică a zăcămîntului la scara 1 : 5000, 1 : 10 000 sau 1 : 25 000.
12. Diagrame cu caracteristicile hidrogeologice.
13. Tabele cu calculul suprafețelor pentru calculul rezervelor.
14. Tabele cu calculul grosimilor medii ale substanței utile.
15. Tabele de calcul al greutății volumetrice medii.
16. Tabele cu proprietățile fizico-mecanice ale substanței minerale utile.
17. Tabele cu calculul rezervelor.

Scanned with OKEN Scanner

18. Tabele centralizatoare.
19. Buletinele de analize.
20. Tabele cu rezultatele încercărilor fizico-mecanice.

Raportul va trebui să poarte semnăturile autorilor și conducerii organizației respective (director, inginer șef, geolog șef, topograf șef) și sigiliul organizației care l-a întocmit.

Capitolul VII. PLANURI DE AMENAJARE

În vederea cunoașterii regimului și posibilităților de folosire a apelor dintr-un bazin hidrografic, se efectuează cercetări și studii generale, numite *plan de amenajare.*

Pentru întocmirea unui plan de amenajare se studiază comparativ toate variantele posibile, pentru amenajarea și folosirea complexă a apelor, avîndu-se în vedere și urmările pe care le poate avea în situația și economia regională, schimbarea regimului natural al apelor. Din această cauză, studiile pentru planurile de amenajare au un caracter complex și vast. În cadrul acestor studii, separat și apoi în sinteză, se cercetează probleme legate de geologia regiunii, hidrogeologie, climatologie, hidrometrie, alimentări cu apă, hidroenergie, bogății miniere, economie forestieră, pedologie, irigații, desecări etc. Concluziile la care se ajunge în urma acestor cercetări trebuie să țină seamă de condițiile naturale regionale și de posibilitățile de dezvoltare social-economice a zonei cercetate. La amenajarea și folosirea apelor trebuie să se țină seamă nu numai de situația prezentă ci și de planurile de perspectivă.

Importanța planurilor de amenajare. Folosirea complexă a resurselor de apă din bazinele hidrografice constituie o problemă de ordin internațional, ea formînd obiectul preocupărilor și în cadrul O.N.U., unde s-a format o grupă de experți care au examinat perspectivele administrative, economice și sociale de folosire complexă a resurselor de apă din bazinele hidrografice. Recomandările grupului de experți servesc ca îndreptar pentru întocmirea studiilor privind folosirea complexă a resurselor de apă din bazinele hidrografice, din toate țările.

Folosirea complexă a resurselor de apă din bazinele hidrografice se poate realiza corect numai pe baza unui plan, elaborat în prealabil, pentru întregul bazin de colectare a apei, în care să se țină seama de diferitele ramuri ale economiei naționale, de gra-

Scanned with OKEN Scanner

dul de dezvoltare a economiei bazinului hidrografic și de posibilitățile de utilizare a resurselor sale de apă pentru regiunile economice care se găsesc atît în limitele bazinului cît și în afara acestora ; în acest plan se stabilesc și etapele de realizare ale construcțiilor.

Îmbunătățirea gospodăririi apei unui bazin are ca rezultat modificări favorabile ale condițiilor economice și sociale de pe teritoriul bazinului, contribuind la dezvoltarea agriculturii și industriei, la dezvoltarea ramurilor noi ale industriei, la mărirea producției industriale și a productivității muncii, precum și la reducerea prețului de cost al producției.

În același timp, trebuie să se aibă în vedere influența negativă a lacurilor de acumulare, ce se amenajează pe cursul superior al rîurilor principale, asupra stării talvegului rîului ; apa lipsită de aluviuni provoacă erodarea intensă a albiei și degradarea malurilor. Construcțiile hidrotehnice modifică substanțial distribuția scurgerii apei din rîuri și a celei subterane, regimul de umiditate și salinitate ale terenurilor și clima unor teritorii. Aceste modificări trebuie studiate, prevăzute și luate în considerare.

Folosirea nechibzuită a rezervelor de apă, poate duce la epuizarea lor și deci la pierderi însemnate.

Studii pentru planuri de amenajare. Studiile pentru planurile de amenajare se efectuează pe baza materialului documentar existent, completat în mod obligatoriu cu o recunoaștere a bazinului în care se fac observații speciale asupra morfologiei, hidrologiei, geologiei, hidrogeologiei, posibilităților de realizare a unor construcții speciale (baraje, galerii de derivație), perspectivelor economice etc.

Gradul de precizie și detaliere a studiilor efectuate pentru planurile de amenajare este determinat de însăși faza de cercetare, scara hărților folosite și detaliile cerute.

În general, pentru planurile de amenajare se folosesc hărți scara 1 : 25 000 (în cazul studierii fiecărui obiectiv în parte) și scara 1 : 200 000—1 : 500 000 (pentru studiile de sinteză).

Ridicări topografice speciale la scară mai mare de 1 : 25 000 se fac numai pentru amplasamentele care apar favorabile din primele faze de proiectare, și pentru cele care trebuie studiate comparativ încă din faza „plan de amenajare", așa cum sînt amplasamentele de baraj (pentru care se efectuează ridicări la scara 1 : 500—1 : 2000), conductele de derivație și conductele forțate (profile longitudinale), canalele (profile transversale), digurile (profile longitudinale); scara profilelor variază între 1 : 500 și 1 : 2000.

Scanned with OKEN Scanner

În zonele în care nu există o bază topografică suficientă, se va executa, de la caz la caz, fie o nouă ridicare, fie reambularea celei existente.

* * *

În cadrul studiului geologic, care fundamentează din punct de vedere al condițiilor naturale ale terenului alegerea unui amplasament, se dau date privind :

A. Geologia generală a regiunii (bazinului hidrografic), cu detalieri asupra obiectivelor cuprinse în schema de amenajare.

B. Hidrogeologia bazinului, avîndu-se în vedere că limitele bazinului hidrogeologic nu corespund cu cele ale bazinului hidrografic ; tot în acest capitol, se fac și considerații privind desecările și irigațiile.

C. Condițiile geologice tehnice ale amplasamentelor construcțiilor prevăzute în schemă.

Studiul de sinteză va cuprinde, în general, aceleași date, exprimate însă și comparativ, pentru condițiile ce determină confirmarea sau infirmarea unui amplasament de lucrare.

În zonele în care datele din literatură și deschiderile naturale nu oferă suficiente elemente pentru precizarea condițiilor geologice ale unui amplasament, sau atunci cînd situația geologică nu este suficient de clară, se execută în amplasamentul construcției lucrări de explorare.

Studiile geologic și hidrogeologic se întocmesc împreună, concluzia fiind una singură, bazată atît pe datele geologice, cît și pe cele hidrogeologice.

Prezentarea studiului se face în ordinea arătată în cap. VIII. Baraje — la gradul de detaliere corespunzător fazei de studii.

Elaborarea definitivă a planului de amenajare nu se poate face fără a se lua în considerație necesitățile de apă pentru irigații. Aprecierea necesităților de apă pentru irigație este posibilă numai în urma întocmirii unui studiu pedoameliorativ de sinteză, care cuprinde :

A. Studiul solurilor — pe baza materialului documentar existent.

I. În textul explicativ, se arată metodica prelucrării materialului existent, sursele folosite pentru întocmirea hărții și criteriile de clasificare a solurilor din legenda hărții de soluri. Unitățile taxonomice se caracterizează sumar pe baza următoarelor date :

— morfologia solului ;

— însușirile fizice, fizico-chimice, granulare etc. ;

Scanned with OKEN Scanner

— aprecieri asupra regimului hidric ;
— alte proprietăți importante din punct de vedere ameliorativ.

Adîncimea pînă la care se face descrierea și caracterizarea solului va fi de circa 2 m. Textul va fi însoțit de tabele cu date analitice.

2. Material grafic :
— harta cu evidența materialului folosit la întocmirea hărții de sinteză a solurilor ;
— harta solurilor, pentru teritoriile care urmează să fie irigate, care va cuprinde tipurile și subtipurile genetice mai importante ; se arată de asemenea și textura solului.

B. Studiul constantelor hidrofizice

1. Textul va cuprinde metodologia urmată, criteriile de zonare și clasele de valori adoptate. Suprafețele separate pe hartă vor fi caracterizate prin următoarele proprietăți :
— greutate volumetrică ;
— porozitate ;
— coeficientul de ofilire a plantelor ;
— capacitate de apă în cîmp ;
— capacitate de apă utilă.

Pentru fiecare proprietate, se vor folosi clase de valori cu indicarea limitelor de variație respective. Valorile considerate reprezintă medii ponderate, pînă la adîncimea de circa 2 m a solului.

2. Ca material grafic, se prezintă harta cuprinzînd sinteza claselor de valori ale constantelor hidrofizice.

Pentru lunci, din cauza marei variații și neuniformității tipurilor de soluri, se vor prezenta numai tabele cu clase de valori pe grupe texturale ; textul va cuprinde considerații de ordin general asupra diferitelor lunci.

C. Studiul hidrogeologic

1. Partea descriptivă va cuprinde o privire specială asupra tipurilor litologice ale zonelor ce conturează stratul freatic și asupra depozitelor de suprafață care favorizează pierderi însemnate prin infiltrații. Se arată criteriile de raionare și clasele de valori adoptate, indicîndu-se limitele considerate.

Din studiu se conturează zonele care din punct de vedere hidrogeologic pot fi irigate fără măsuri speciale, sau cu luarea anumitor măsuri speciale, precum și zonele ce nu se pretează la irigații.

În acest scop, se va face caracterizarea apelor freatice, în zonele în care adîncimea nivelului hidrostatic nu depășește 10 m,

Scanned with OKEN Scanner

raionarea hidrogeologică făcîndu-se după treptele : 0 la 2 m, 2 la 5 m, 5 la 10 m.

Pentru caracterizarea hidrochimică se folosesc treptele : 0 la 2 m și 2 la 5 m, prezentîndu-se date privind mineralizația totală și tipul de mineralizație (cloruri, sodiu, sulfați, carbonat de sodiu, carbonat de calciu).

2. Ca material grafic se prezintă :

— harta morfologică ;
— harta litologică ;
— harta hidrogeologică ;
— harta hidrochimică ;
— harta interpretativă de sinteză.

Studiul de sinteză se întocmește de un colectiv în componența căruia intră geologi, pedologi, hidrogeologi, ingineri hidrotehnicieni și agronomi.

*
* *

În planul de amenajare sînt tratate și problemele de folosire a apelor în scopuri hidroenergetice, combaterea eroziunilor, regularizarea albiilor, amenajări piscicole și turistice etc.

Pentru fiecare din aceste lucrări, volumul datelor geologice prezentate este determinat de importanța lucrării pentru alegerea unei soluții, privind planul de amenajare.

*
* *

Concluziile studiilor geologice pentru un plan de amenajare trebuie să se refere la următoarele probleme :

— confirmarea sau infirmarea printr-o privire critică și comparativă a amplasamentelor și obiectivelor propuse ;

— propuneri de noi amplasamente și obiective, în funcție de condițiile naturale favorabile pe care le oferă terenul ;

— măsuri de îmbunătățire a condițiilor geologice naturale ale zonei în care urmează să se realizeze construcția, în cazul în care un amplasament apare favorabil din alte puncte de vedere : volum mare al lacului de acumulare, condiții hidroenergetice favorabile, necesitatea realizării unei retenții pentru alimentare cu apă etc. ;

— influența realizării construcției asupra mediului natural și în viața social-economică a zonei respective ;

— propuneri pentru o fază de cercetări și studii mai avansată ;

Scanned with OKEN Scanner

— bogățiile miniere din regiune, care pot influența asupra menținerii unui obiectiv în schema de amenajare sau prevederea realizării lui într-o etapă mai îndepărtată, după exploatarea totală a zăcămîntului. Tot la acest punct, se va arăta influența creării unei retenții asupra exploatărilor miniere care se găsesc sub cota de retenție.

Capitolul VIII. BARAJE

Barajele sînt construcții hidrotehnice, așezate transversal în albia unui curs de apă, pentru a închide secțiunea de scurgere a acestuia, în vederea ridicării nivelului apei în amonte de construcție. Barajele sînt folosite în lucrările de regularizare și navigabilizare a rîurilor, de captare de apă pentru uzine hidroelectrice și alimentări cu apă potabilă sau industrială, pentru irigații, stingerea torenților etc.

Pentru construirea barajelor sînt recomandabile văile la care se poate asigura acumularea unui volum cît mai mare de apă cu un volum de construcții cît mai mic. Calitatea barajului se apreciază după coeficientul de acumulare specifică, adică după raportul dintre volumul de apă acumulat și volumul barajului ; la barajele de beton el este satisfăcător cînd este egal cu 50, favorabil între 50 și 300 și foarte favorabil cînd este peste 300.

Principalele elemente ale unui baraj (fig. 72) sînt :

— corpul barajului ;
— talpa barajului ;
— coronamentul barajului ;
— paramentul (taluzul amonte);
— paramentul aval ;
— piciorul amonte ;
— piciorul aval ;
— axa barajului.

Instalațiile și construcțiile anexe caracteristice ale barajului sînt :

— descărcătorul apelor de suprafață ;
— vanele de fund prin corpul sau baza barajului, prin care se face evacuarea apei ;
— galeria de deviere a apelor în cursul construcției barajului.

După scopul la care servesc, se deosebesc :

— baraje rezervoare (hidroenergetice, pentru alimentări cu apă, irigații);
— baraje de derivație (stăvilare) a apei, în canale sau conducte ;

— baraje deversoare, peste care se pot evacua apele mari ;

— baraje navigabile, care permit trecerea apelor peste ele, cu sau fără ecluzare ;

— baraje pentru aluviuni, așezate de obicei în cascadă, pentru a reține debitul solid transportat de un curs de apă.

După modul de execuție se deosebesc :

— baraje de greutate, construite din beton, care rezistă la acțiunea de împingere a apei, prin propria lor greutate ; se construiesc pe terenuri stîncoase rezistente, practic incompresibile, hidrostabile, și care nu sînt afuiate de apele de infiltrație ;

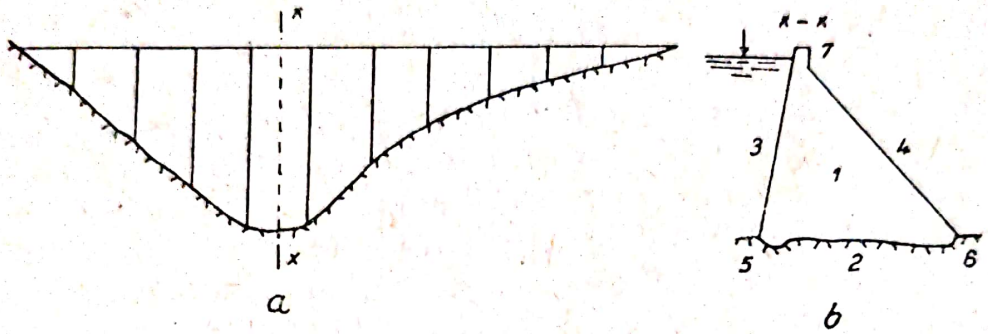


Fig. 72. Elementele unui baraj de greutate :
a — secțiune longitudinală ; *b* — secțiune transversală ; *1* — corpul barajului ; *2* — fundația barajului ; *3* — paramentul amonte ; *4* — paramentul aval ; *5* — piciorul amonte ; *6* — piciorul aval ; *7* — coronamentul barajului.

— baraje în arc, care reține apa printr-un perete constituit dintr-o membrană groasă de beton armat, curbă în plan orizontal și în plan vertical. Volumul unui astfel de baraj este mai mic decît al unui baraj de greutate, cu 20—60%. Deoarece barajul are dimensiuni transversale mici, încărcările fundațiilor sînt mai mari. De aceea, terenul de fundație trebuie să fie foarte rezistent, nedeformabil și stabil la acțiunea apei ; cele mai indicate terenuri pentru asemenea baraje sînt cele constituite din roci stîncoase hidrostabile ;

— baraje cu pile sau contraforturi, constituite dintr-un perete de reținere a apei, rezemat pe o serie de pile verticale, care transmit încărcările la suprafața de fundație. Ca variante se deosebesc : baraje de greutate evidate (cu goluri), baraje cu contraforturi ciupercă, baraje cu plăci, baraje cu bolți multiple și baraje cu cupole multiple. Terenul de fundație la acest tip de baraje trebuie să fie constituit din roci stîncoase ;

— baraje de anrocamente, cu corpul executat dintr-o îngrămădire de blocuri de piatră de dimensiuni variate, așezate fără o anumită ordine. Ele sînt indicate atunci cînd terenul de fundație nu poate rezista la sarcinile transmise de un baraj de beton, cînd

Scanned with OKEN Scanner

calitatea anrocamentelor este corespunzătoare și cînd transportul altor materiale de construcție este dificil și costisitor ;

— baraje de pămînt, care au corpul constituit dintr-un rambleu de pămînt ; în general acestea au secțiunea transversală trapezoidală, avînd parametrul aval și cel amonte cu taluzuri line, pentru a asigura stabilitatea construcției ; ele pot fi omogene (construite din material uniform) și neomogene (construite din materiale diferite).

*
* *

Cercetările geologice-tehnice ce se efectuează în legătură cu construcția unui baraj și realizarea unui lac de acumulare au drept scop :

1. În cuveta lacului de acumulare :

a) determinarea condițiilor geologice : petrografia, tectonica, gradul de fisurație ;

b) determinarea condițiilor hidrogeologice : permeabilitatea rocilor, aparițiile de izvoare în versanți, apele subterane, posibilitățile de infiltrare a apei din lac spre văile vecine, fenomenele de subinundare ;

c) determinarea condițiilor morfologice : tipurile de văi și orientarea lor, densitatea rețelei hidrografice, tipurile de versanți ;

d) determinarea proceselor geologice dinamice : deplasările de teren, văile torențiale, carstul, influența valurilor asupra evoluției versanților ;

e) determinarea bogățiilor miniere din perimetrul inundat.

2. Pentru amplasamentul barajului :

a) determinarea condițiilor geologice : petrografia, stratigrafia, tectonica, gradul de fisurație a rocilor, materiale de construcție, seismicitatea ;

b) determinarea condițiilor hidrogeologice : comportarea rocilor față de apă, permeabilitatea rocilor, aparițiile de izvoare în versanți, apele subterane, determinarea permeabilității rocilor prin încercări de teren (absorbție specifică), determinarea agresivității apelor, alimentarea cu apă, pierderile prin infiltrații pe sub baraj și prin versanți ;

c) determinarea condițiilor morfologice : tipurile de văi, orientarea văii, forme acumulative, unghiuri de taluz natural pentru diferite tipuri de roci ;

d) determinarea proceselor geologice dinamice : deplasări de teren, intensitatea ablației, văile torențiale, carstul ;

Scanned with OKEN Scanner

e) determinarea proprietăților fizico-mecanice ale rocilor din zona de fundație și încastrare și încercări speciale : determinarea coeficientului de frecare rocă-beton, determinarea coeficientului de compresibilitate (capacitate portantă), determinarea modulului lui Young, injecții experimentale pentru îmbunătățirea terenului de construcție și impermeabilizări.

De asemenea, se studiază și se lămuresc toate problemele puse de executarea construcțiilor anexe, cum sînt : drumurile de ocolire, uzinele, galeriile de aducțiune, canalele de fugă, castelele de echilibru, conductele forțate, nodurile de presiune, ecluzele.

Studiile geologice-tehnice se efectuează pe etape, în funcție de faza de proiectare, iar volumul lor este determinat de importanța lucrării și condițiile naturale pe care le oferă terenul.

Deși nu în toate cazurile factorii geologici determină alegerea unui amplasament de baraj, cunoașterea exactă a condițiilor geologice este necesară pentru precizarea măsurilor ce trebuie luate, în vederea îmbunătățirii condițiilor existente. Catastrofa de la Frejus (Franța) se datorește cunoașterii insuficiente a condițiilor geologice din amplasamentul barajului.

Realizarea unui baraj este determinată în ultimă instanță de posibilitățile de creare a unui lac de acumulare, din care să nu se producă pierderi importante de apă, nu de situația din amplasamentul barajului, deoarece în condițiile actuale ale tehnicii moderne, se pot aduce îmbunătățiri radicale terenului pe care se execută construcția, în scopul asigurării stabilității și combaterii pierderilor prin infiltrații.

În cadrul cercetărilor geologice-tehnice ce se execută pentru construcția barajelor, principalele direcții de urmat sînt :

— determinarea rezistenței rocilor din terenul de fundație și a condițiilor hidrogeologice ;

— cercetarea fenomenelor fizico-geologice și schimbarea condițiilor naturale ale terenului prin realizarea construcției.

La proiectarea unui baraj, cea mai importantă problemă este cea a rezistenței terenului de fundație. Rezistența terenului de fundație depinde de structura geologică, de gradul de alterare a rocilor, de caracterul și orientarea fisurilor, de gradul de șistozitate etc. În fig 73 sînt arătate situațiile (favorabile și nefavorabile) de amplasare ale unui baraj în funcție de structura geologică.

Dintre proprietățile fizico-mecanice ale rocilor, cele mai importante pentru stabilitatea barajului sînt rezistența la compresiune și rezistența la frecare. Obișnuit, rezistența la compresiune se determină cu presa plată, iar rezistența la frecare se determină prin

Scanned with OKEN Scanner

executarea încercărilor experimentale de frecare rocă-beton. Este recomandabil să se cerceteze rezistența terenului de fundație și prin supunerea la compresiune a carotelor extrase din lucrările de explorare executate.

Determinarea cît mai exactă a proprietăților rocilor din terenul de fundație are consecințe importante pentru calculul barajului și prețul de cost al lucrării. Pentru exemplificare este suficient să se arate că un coeficient de frecare de 0,50 în loc de 0,45 are ca rezultat micșorarea volumului unui baraj de greutate cu

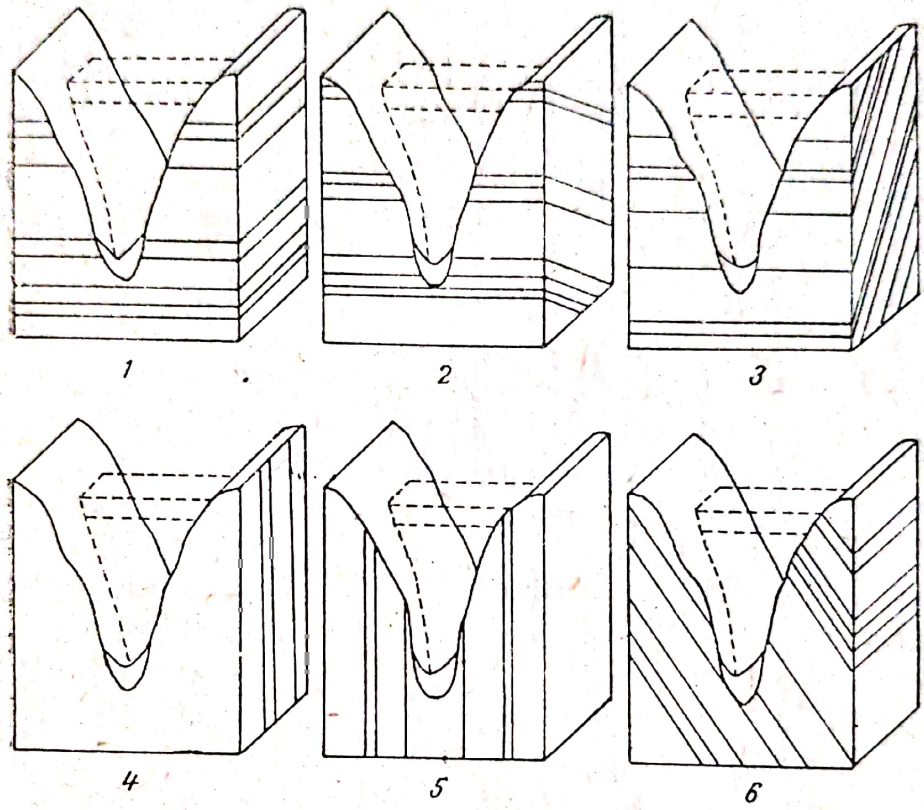


Fig. 73. Condițiile de stabilitate ale terenului de fundație al unui baraj în raport cu stratificația terenului (după Ardito Desio):
1 — favorabile; *2* — foarte favorabile; *3* — nefavorabile; *4* — favorabile; *5* — favorabile; *6* — favorabile pe stînga, nefavorabile pe dreapta.

circa 10%. Săparea în plus a fiecărui metru cub din terenul de fundație scumpește foarte mult lucrarea și întîrzie turnarea betonului.

Rezistența terenurilor, în care se realizează construcția, este determinată de numeroși factori, în special de stilul tectonic și de condițiile de zăcămînt.

O problemă dificilă a constituit-o multă vreme construcția barajelor pe roci solubile, în special pe calcare. Exemplul barajului Camarosa din Spania, care a pierdut apă din lacul de acu-

Scanned with OKEN Scanner

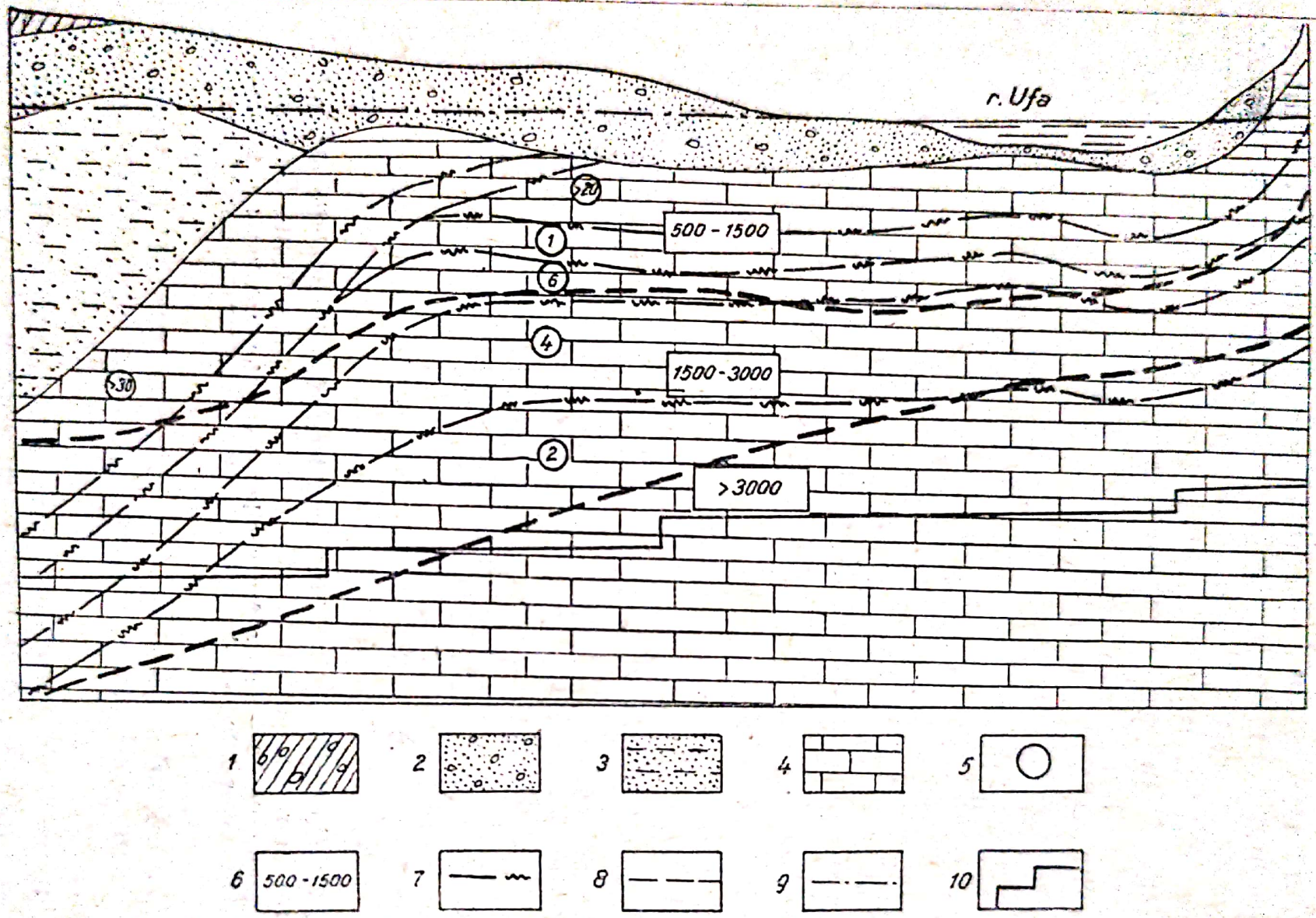


Fig. 74. Profilul geologic tehnic al amplasamentului barajului Pavlovsk pe rîul Ufa :

1 — deluviu ; *2* — aluviu ; *3* — neogen ; *4* — calcare permiene ; *5* — coeficientul de infiltrare ; *6* — rezistența electrică aparentă Ω/m ; *7* — limitele zonelor de permeabilitate ; *8* — limitele zonelor geoelectrice ; *9* — nivelul apelor subterane ; *10* — conturul ecranului de protecție cimentat.

Scanned with OKEN Scanner

mulare, arată că amplasamentele barajelor pe roci calcaroase trebuie studiate amănunțit pentru prevenirea unor astfel de accidente. Exemple de baraje construite în bune condiții pe calcare sînt barajul de la Pavlovsk din U.R.S.S. (fig. 74), barajul Genissiat din Franța, barajele Nieșit, Crupaci, din Jugoslavia, iar la noi în țară, barajul Buhui, construit înainte de anul 1900.

La studiul rocilor solubile, o atenție deosebită trebuie dată gradului de alterare, fisurare, grosimii stratelor solubile și determinării caracterului și particularității contactelor dintre strate.

În cercetările și studiile ce se efectuează nu trebuie uitat că stabilitatea și buna funcționare a barajului este determinată și de condițiile hidrogeologice.

Principalele probleme pe care le comportă studiile hidrogeologice sînt :

— aprecierea consecințelor levigării și spălării rocilor asupra proprietăților fizico-mecanice ale rocilor din terenul în care se realizează construcția ;

— stabilirea mărimii pierderilor prin infiltrație, în condițiile în care fisurile nu sînt spălate și cînd sînt spălate ;

— justificarea necesității ecranelor pentru reducerea contrapresiunilor și a pierderilor prin infiltrație.

Pierderile prin infiltrație nu se iau în considerație în următoarele cazuri :

— cînd retenția servește pentru atenuarea viiturilor și se produc infiltrații mai mici decît debitele rîului ;

— dacă infiltrațiile nu creează deformații în terenul de fundație sau încastrare.

În general, pentru construcția barajelor nu se pot stabili criterii precise, deoarece condițiile naturale ale amplasamentelor sînt foarte variate. Morfologia văii rîurilor și constituția geologică a versanților unui amplasament reprezintă combinații de condiții naturale diferite și specifice, care se deosebesc, total sau în anumite amănunte, de condițiile unui alt amplasament.

Din studiile întocmite, trebuie să rezulte :

— condițiile geologice comparative ale văii rîului și sectoarelor luate în considerație pentru realizarea construcțiilor, indicîndu-se locul cel mai favorabil pentru amplasarea construcției ;

— evoluția mediului geologic în timpul construcției și în perioada de exploatare, sub influența noilor condiții create ; măsurile ce trebuie luate în vederea prevenirii și combaterii fenomenelor care ar periclita stabilitatea construcției ;

— rezervele de roci utile, ce pot fi folosite ca materiale de construcție la realizarea barajului sau sistemului hidrotehnic.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru determinarea condițiilor în care va funcționa lacul în timpul exploatării este necesar să se studieze caracteristicile sistemului orohidrografic al bazinului, în amonte de zona amplasamentului barajului. Cunoașterea acestor caracteristici permite să se aprecieze intensitatea eroziunii și măsurile ce trebuie luate în vederea combaterii și stingerii torenților. Consecința directă a eroziunii este aluvionarea (colmatarea) retenției.

Aprecierea cantității de material transportat de rîu se face prin măsurători directe pe teren. Prin aceste măsurători se stabilesc cantitățile de material fin transportat în suspensie și de material grosier, transportat prin rostogolire sau tîrîre.

Materialul grosier se depune în amonte, iar cel fin se depune peste tot, sub formă de mîl, datorită curenților de turbiditate, care se manifestă ca un fluviu sublacustru. Pentru prevenirea pericolului de colmatare se recomandă cercetarea posibilităților de evacuare a acestor depuneri prin vane de fund, prevăzute în corpul barajului (fig. 75).

Determinarea structurii petrografice a versanților lacului de acumulare este necesară nu ca scop în sine, ci pentru evaluarea și precizarea altor condiții geologice-tehnice, ce influențează buna exploatare a retenției. Din această cauză, este indicat să se execute detaliat cartarea geologică a lacului de acumulare.

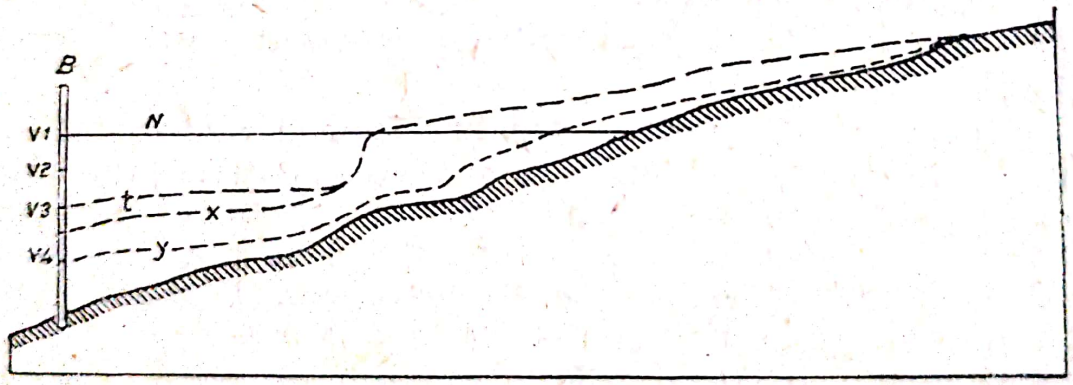


Fig. 75. Depunerea aluviunilor în lacul de acumulare:
B – baraj; V_1–V_4 – vane de golire; N – nivelul retenției; y – profilul natural al aluviunilor înainte de orice golire; x – profilul aluviunilor după încă un an, după cîteva goliri; t – profilul probabil al mîlurilor, fără goliri.

Tectonica formațiunilor ce apar în cuveta lacului are importanță pentru stabilirea pierderilor de apă din lac. Este necesar să se stabilească stilul tectonic local, în strînsă dependență cu stilul tectonic regional, delimitîndu-se structurile majore de cele minore.

Scanned with OKEN Scanner

Direcția și înclinarea se vor trasa cu precizie, deoarece, în sensul înclinării stratelor se pot produce pierderi prin infiltrații atît prin roci, în cazul rocilor permeabile, cît și pe planele de separație (joints) dintre ele.

De asemenea, este necesar să se determine sensul scufundării axiale a structurilor, deoarece și în acest sens se pot produce pierderi prin infiltrație. Faliile trebuie studiate cu atenție, precizîndu-se tipul de falie și caracterele ei (dacă falia reprezintă un plan sau un volum, adică dacă este o falie închisă sau o falie deschisă).

Toate elementele tectonice, decelate în cursul cercetărilor pe teren, vor fi consemnate în mod detaliat pe hartă și se vor face considerații asupra comportării lor în noile condiții ce se vor crea

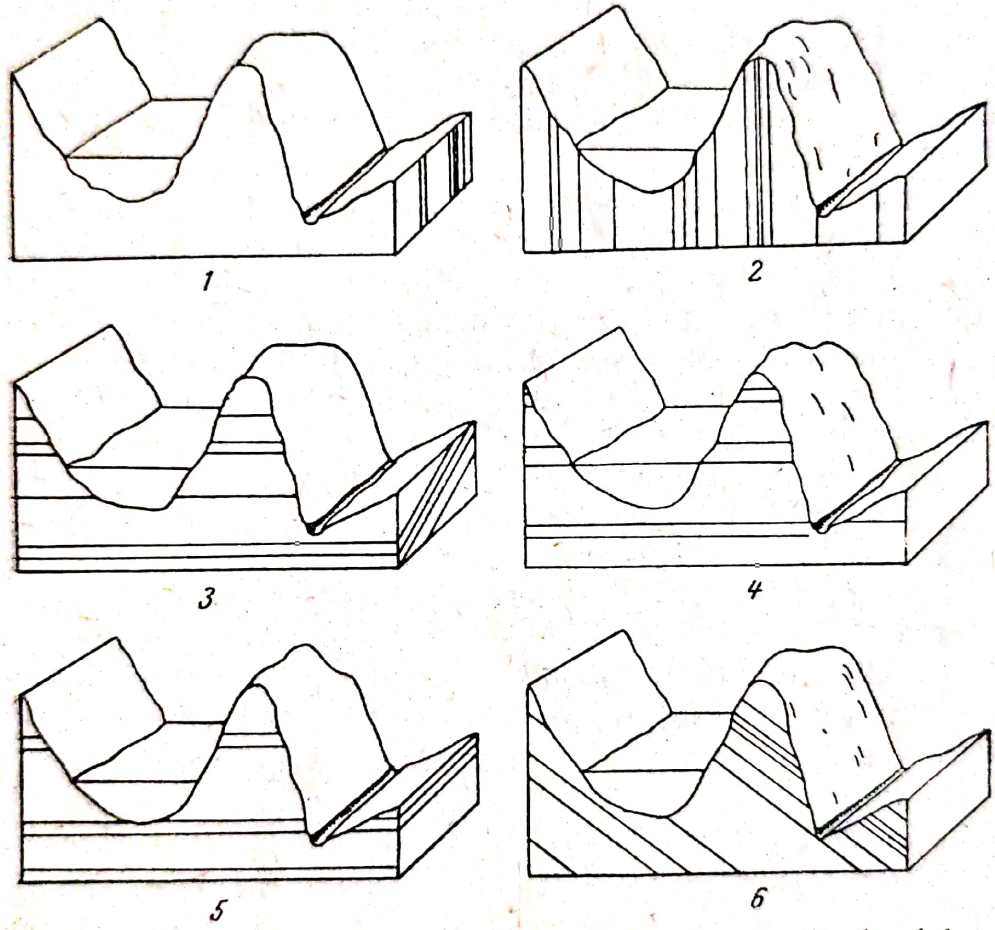


Fig. 76. Raporturile dintre orientarea stratelor, poziția lacului de acumulare și a văilor vecine (după Ardito Desio):
1, 3, 4 — situații nefavorabile; *2, 5* — situații favorabile; *6* — situație nesigură.

prin umplerea lacului. Pentru aceasta, vor fi cercetate și relațiile dintre accidentele tectonice și văile vecine, căutîndu-se să se stabilească în ce măsură văile limitrofe retenției vor influența negativ acumularea, datorită poziției stratelor (fig. 76) sau prin intermediul fenomenelor tectonice.

Scanned with OKEN Scanner

Trebuie avut în vedere că pe falii se poate pierde apa numai în anumite condiții și nu toate tipurile de falii permit, în mod normal, pierderi de-a lungul lor.

Condițiile hidrogeologice ale zonei lacului de acumulare sînt cele care, în principal, determină buna funcționare și exploatare a retenției. În cazul unei retenții permanente, din cuveta lacului de acumulare nu trebuie să se producă pierderi. La o retenție prin care se urmărește atenuarea unei viituri, pierderile sînt admisibile, cu condiția ca să se facă previziuni asupra modului în care acestea ar influența condițiile naturale regionale. Dacă se prevede că ele vor avea influențe negative, se vor lua măsuri de prevenire și combatere a pierderilor.

Pierderile din lac sînt determinate de permeabilitatea rocilor. De aceea este necesar să se stabilească dacă permeabilitatea este legată de porozitate (așa cum este cazul rocilor detritice necimentate sau slab cimentate), sau de fisurarea rocii, roca în sine nefiind permeabilă.

Un masiv calcaros este cu atît mai permeabil, cu cît este mai puternic dislocat și mai intens afectat de fenomene carstice, avene, peșteri, rîuri subterane, izvoare vauclusiene. Prezența fenomenelor carstice, în zona lacului de acumulare, necesită lucrări de etanșare ce ating uneori un volum foarte mare și sînt costisitoare.

Dacă există izvoare vauclusiene la cote inferioare retenției, sînt de așteptat pierderi înspre văile vecine sau în aval de baraj.

Umplerea lacului nu va crea în mod necesar noi rețele de circulație a apelor, ci poate reactiva vechile căi părăsite sau colmatate.

În cursul cercetărilor de teren trebuie notate toate izvoarele din versanți, arătîndu-se condițiile de apariție și alimentare a acestora. Astfel, se pot obține indicații asupra posibilităților de pierdere a apei din lac, sau se poate evidenția o situație favorabilă.

Crearea unei retenții la o anumită cotă determină o anumită presiune hidrostatică, care poate duce la schimbarea regimului apelor subterane. Aceste schimbări se manifestă prin ridicarea nivelului apelor subterane în regiune, creșterea debitului izvoarelor din zonele învecinate, apariția de noi izvoare, creșterea presiunii apelor subterane și, uneori, apariția sărăturilor.

Inundarea este acoperirea cu apă a suprafeței viitorului lac de acumulare ; prin subinundare se înțelege influența apei din lacul de acumulare asupra ridicării apelor subterane din zonele învecinate. Prin crearea lacului pot fi alimentate pînze de adîncime care, în condițiile naturale în care se găseau, nu influențau stabilitatea și funcționarea construcției, dar care, prin noile condiții create, pot să pericliteze stabilitatea barajului. Prin ridicarea ni-

Scanned with OKEN Scanner

velului apelor pot fi inundate zone de grohotișuri, prin care se poate produce alimentarea unor pînze de adîncime al căror perimetru de alimentare nu a putut fi cunoscut, din cauza grohotișului care le masca. În același mod se pot produce infiltrații în vechile aluviuni reprezentate prin depozite de terasă sau prin aluviunile unei văi vechi, colmatate, din vecinătatea barajului, care nu se mai evidențiază morfologic.

O problemă importantă în cadrul cercetărilor hidrogeologice pentru lacul de acumulare o constituie și delimitarea bazinului hidrogeologic, ce va fi influențat de crearea retenției în bazinul hidrografic. Bazinul hidrografic este determinat de condițiile morfologice, iar bazinul hidrogeologic este determinat de condițiile faciale și tectonice (fig. 77).

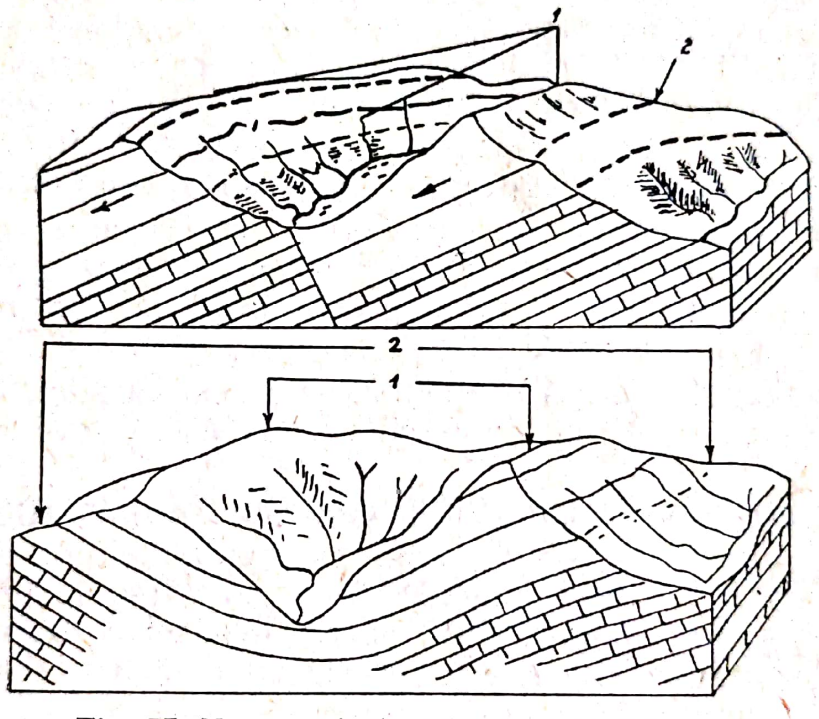


Fig. 77. Neconcordanța între bazinul hidrografic și bazinul hidrogeologic:
1 — cumpăna bazinului hidrografic; *2* — cumpăna bazinului hidrogeologic.

În cadrul cercetărilor ce se efectuează pentru determinarea condițiilor morfologice, se delimitează bazinul hidrografic și apoi se detaliază elementele morfologice caracteristice ale bazinului: văile actuale, torenții, conurile de dejecție și depozitele de terasă. Pentru văile glaciare se fac observații asupra morenelor, tilitelor, drumlinurilor, oserelor, nunatacurilor (care pot oferi amplasamente favorabile de baraj).

O atenție deosebită trebuie acordată și lacurilor, deoarece ele reprezintă zone în general favorabile pentru realizarea unor re-

Scanned with OKEN Scanner

tenții, în vederea măririi rezervoarelor de apă existente. Ridicarea nivelului apelor din lac se poate face fie prin pompare (Sf. Ana), fie prin supraînălțarea digurilor (Ciucaș-Gherla) sau pragurilor existente (Racu-Mădăraș). Pentru aceasta, este necesar să fie precizată originea lacului, fapt ce are importanță în alegerea soluțiilor de realizare a lucrării.

Pentru construirea unui baraj, o mare importanță prezintă procesele geologice dinamice externe care se produc în regiunea respectivă. De aceea, în cercetările de geologie tehnică se vor face considerații asupra evoluției lor în noile condiții create prin realizarea lacului de acumulare.

Pe harta geologică-tehnică vor fi consemnate și deplasările de teren. În principal, se va insista asupra situațiilor ce se vor produce prin golirea bruscă a lacului de acumulare și influența acestei situații asupra stabilității versanților ; în același timp, se vor face și recomandările corespunzătoare pentru prevenirea deplasărilor, iar în cazul în care situația există de fapt, se vor face recomandări privind asigurarea stabilității versanților.

Prin crearea unei retenții, nivelul de bază local se ridică, fapt ce are ca urmare o micșorare a acțiunii de eroziune în văile ce se varsă direct în lac. Ca urmare a acestui fapt, văile vor transporta o cantitate mai mică de debit solid.

În zonele de carst se va căuta, pe cît este posibil, să se stabilească geneza carstului și modul în care acesta va evolua în noile condiții create.

De asemenea, se vor face considerații asupra acțiunii valurilor din lacul care se va crea asupra evoluției versanților. Această acțiune trebuie analizată în legătură și cu permeabilitatea rocilor din versanți și cu diferiții curenți ce se pot forma în lac. Rezultatul final al acțiunii valurilor va fi formarea unor taluzuri cu unghiuri de pantă specifice pentru fiecare tip de rocă.

Un criteriu economic foarte important pentru alegerea amplasamentului unui baraj este situația bogățiilor din subsolul perimetrului care urmează să fie inundat. Dacă în acest perimetru există zăcăminte importante și construirea barajului ar împiedica exploatarea sau ar duce la degradarea acestor zăcăminte, se va renunța la construirea barajului sau se va amîna construirea lui. Dacă lacul de acumulare ce se va crea se învecinează cu exploatări miniere se va studia influența acestuia asupra exploatărilor existente, sau celor ce se vor deschide (aflux de apă în galerii sau cariere) și se vor indica măsurile ce trebuie luate pentru prevenirea sau ameliorarea situației. Aceste măsuri sînt indicate în STAS 5217-56 și 2916-51.

Scanned with OKEN Scanner

B. AMPLASAMENTUL BARAJULUI

Poziția amplasamentului unui baraj este determinată de factori economici, hidrogeologici, morfologici și geologici.

La barajele ce servesc pentru atenuarea viiturilor, infiltrațiile nu se iau în considerare decît pentru asigurarea stabilității construcției ; la cele cu retenție permanentă, infiltrațiile trebuie să fie nule sau cît mai mici posibile.

Prin cercetările și studiile ce se efectuează se precizează următoarele :

— secțiunea cea mai favorabilă pentru amplasamentul barajului ;

— condițiile geologice-tehnice ale terenului în care se realizează construcția ;

— condițiile hidrogeologice ale amplasamentului ;

— tipul de baraj, în funcție de condițiile geologice și hidrogeologice ;

— sursele de materiale naturale de construcție.

Descrierea rocilor se va face pe vîrste și pe tipuri de roci. La cercetarea rocilor ce constituie terenul în care se va realiza construcția, trebuie să se țină seama de faptul că proprietățile tehnice ale rocilor depind nu numai de compoziția mineralogică, structură și textură, ci și de starea de alterare și fisurare a rocilor.

1. Relațiile dintre categoriile de roci și tipul de baraj

Rocile eruptive. Dintre rocile eruptive, rocile granitoide adeseori sînt puternic diaclazate, fisurile fiind umplute cu materiale argilo-nisipoase. Pentru construirea unui baraj, aceste fisuri urmează să fie spălate și apoi colmatate cu ciment, atît pentru îmbunătățirea proprietăților de rezistență ale masivului, cît și pentru combaterea infiltrațiilor ce se pot produce pe fisuri. Uneori, rocile granitoide se alterează pe grosimi foarte mari și necesită lucrări de injectare. Un grad de alterare avansat determină schimbarea tipului de baraj (în loc de baraj în arc se recomandă construirea unui baraj de greutate).

Rocile bazice se alterează în general mai greu decît cele acide, iar rocile microgranulare mai încet decît cele macrogranulare. Rocile porfirice și varietățile porfiroide, chiar în stare proaspătă prezintă întotdeauna un anumit grad de alterare și necesită injectări cu ciment.

O atenție deosebită trebuie acordată zonelor de contact între intruziunile și curgerile magmatice și formațiunile înconjurătoare.

Scanned with OKEN Scanner

La studiul rocilor eruptive se vor nota mineralizațiile existente și influența acestora asupra condițiilor generale de realizare a barajului. O atenție deosebită se va da mineralelor care prin alterare imprimă apelor un caracter de agresivitate asupra betoanelor.

Pe rocile eruptive, în cazul în care alterația nu este prea înaintată, se pot realiza cu succes baraje în arc. Dacă rocile, în care urmează să se realizeze construcția, prezintă un grad avansat de alterație, se va prefera tipul de baraj de greutate, deoarece lucrările de îmbunătățire a terenului de fundație nu asigură condițiile optime de realizare (prin injecții se realizează numai o cimentare a elementelor de rocă, dar alterația mineralelor, care determină proprietățile fizico-mecanice ale rocii, nu poate fi ameliorată).

Rocile metamorfice. Cele mai bune roci metamorfice pentru construcții sînt amfibolitele. Gnaisurile micacee și micașisturile nu sînt recomandabile, deoarece așezarea liniară a mineralelor ce determină textura șistoasă creează plane de minimă rezistență, după care se pot produce deplasări. În general, rocile cu conținut ridicat de mică sînt evitate. Gnaisurile milonitizate sînt roci bune de construcție. Rocile epizonale sînt mai puțin recomandabile pentru construcții, din cauza caracterului filitos al mineralelor, cu excepția rocilor de tipul gnaisurilor de epizonă și a varietăților cuarțoase cu șistozitate orientată perpendicular pe vale.

Rocile metamorfice, provenite din metamorfismul dinamic, au fost supuse în timpul metamorfismului la presiuni foarte mari ; din această cauză ele sînt afectate de numeroase linii de discontinuitate, care nu sînt observabile întotdeauna. În special, rocile filitice sînt străbătute de sisteme de fisuri ce formează căi de infiltrații, determinînd alterația rocilor. Asemenea zone de alterație se pot găsi la adîncimi mari în versanți.

Nu întotdeauna versanții văilor prezintă același grad de alterare ; într-unul dintre versanți, rocile pot fi alterate, iar în celălalt, nealterate.

În funcție de proprietățile fizico-mecanice ale rocilor metamorfice și de relațiile lor structurale cu construcția, se pot lua în considerație toate tipurile de baraje. Pentru barajele în arc trebuie să se aibă în vedere, în mod special, compoziția mineralogică a rocilor (evitîndu-se varietățile cu minerale filitoase), structura și textura, gradul de alterare și intensitatea fisurației.

Barajul Negovanu de pe rîul Sadu este amplasat într-o zonă de gnaisuri, barajul de la Secu în micașisturi, iar barajul de la Teliuc în șisturi clorito-sericitoase cu biotit, cuarțite și para-

Scanned with OKEN Scanner

gnaisuri. Barajele de la Gozna și Văliug, de asemenea sînt construite pe roci metamorfice.

Rocile sedimentare. Problemele legate de construcția barajelor pe rocile sedimentare sînt mult mai numeroase, din cauza marii diversități a tipurilor petrografice.

Calcarele sînt roci sedimentare stîncoase, care la construcții de baraje pun probleme în privința pierderilor prin infiltrație. În general, calcarele sînt roci bune de construcție, cu capacitate portantă suficient de mare și se alterează puțin, astfel că săpăturile pentru fundarea și încastrarea construcției nu sînt mari. Pentru a se evita pierderile prin infiltrare trebuie însă să se dea multă atenție plombării golurilor carstice și fisurilor, atît din versanți, cît și din patul văii.

În cercetările petrografice privind calcarele trebuie să se țină seamă de natura mineralogică a lor, deoarece calcitul și dolomitul au grade de solubilitate diferită, iar calcarele dolomitice sînt mai puțin rezistente decît calcarele, din cauza heterogenității lor. Un exemplu de realizare a unei construcții hidrotehnice pe calcare afectate de carst este barajul de la Kahovka (U.R.S.S.). Aici ambii versanți ai văii sînt afectați de fenomene de carst spre partea superioară a lor. Calcarele sînt de vîrstă sarmațian-ponțiană. Lucrările de cimentare executate au avut drept scop numai micșorarea infiltrațiilor, nu și îmbunătățirea proprietăților fizico-mecanice ale calcarelor.

În ceea ce privește barajul Pavlovsk, problemele ridicate de prezența fenomenelor de carst au fost mult mai complicate. Acest baraj a fost prima construcție hidrotehnică de mari proporții executată în asemenea condiții ; calcarele erau și foarte fisurate și nu exista experiență privind capacitatea portantă a calcarelor fisurate și carstifiate. Rezultatele cercetărilor efectuate au arătat că și rezistența roçilor din terenul de fundație din amplasamentul barajului a fost afectată de fenomenele de carst. Amplasamentul definitiv de baraj a fost ales în zona în care carstul avea cea mai mică dezvoltare (fig. 78 și 79).

În țara noastră, baraje amplasate pe calcare sînt cele de la Scropoasa-Bucegi și Buhui-Anina.

In Franța, primul baraj construit pe calcare a fost Genissiat.

In Alpi au fost construite, în ultimul timp, pe calcare, barajele Speccheri și Vaiont. Deși calcarele prezentau un anumit grad de fisurație, s-a ales tipul de baraj în arc, a cărui realizare a fost posibilă prin îmbunătățirea terenului în care s-a executat construcția.

Scanned with OKEN Scanner

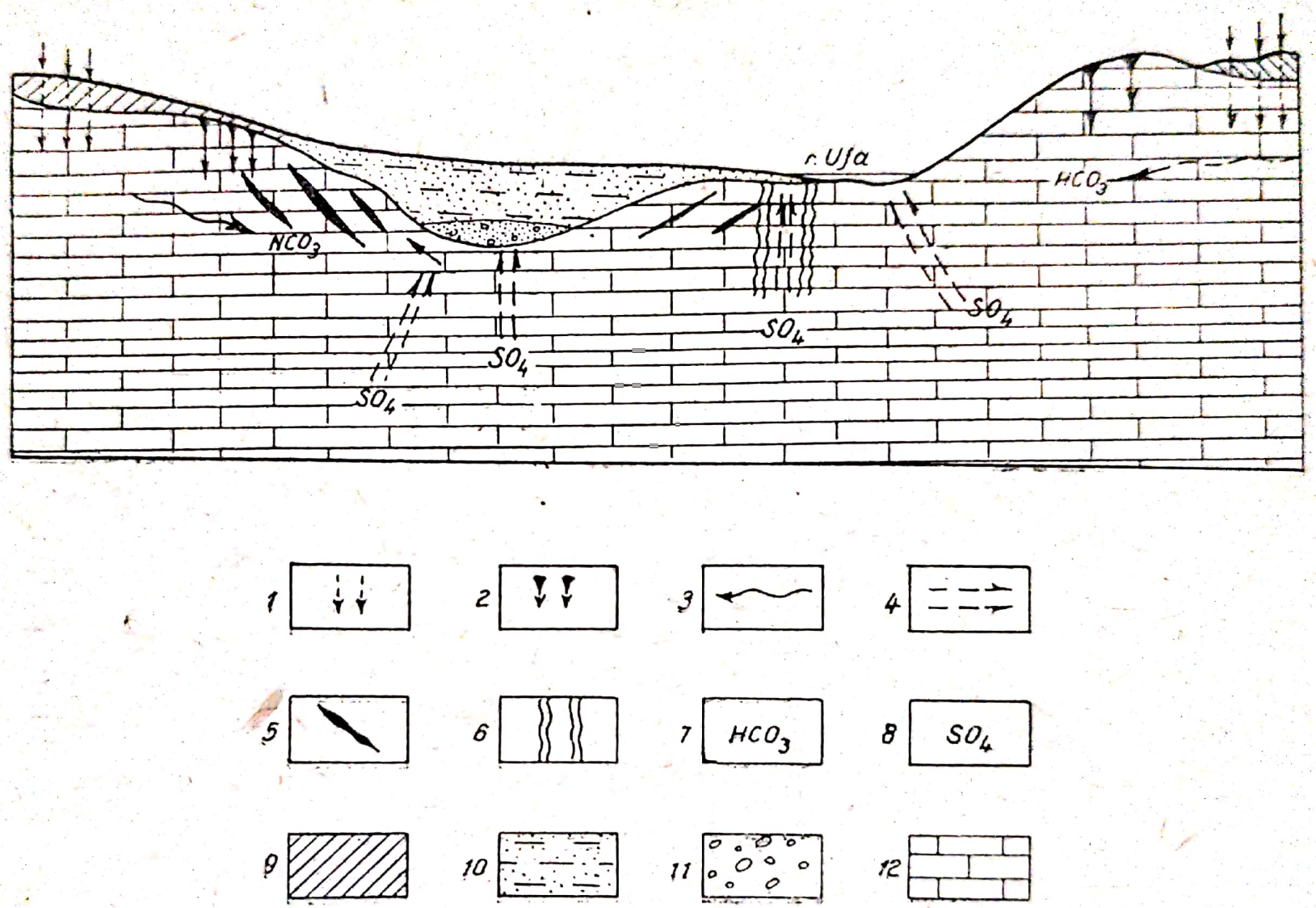


Fig. 78. Schema structurii hidrogeologice a văii rîului Ufa :

1 — porţiunea cu infiltraţie slabă a apelor meteorice ; *2* — porţiunea cu infiltraţii libere ; *3* — direcţia scurgerii subterane ; *4* — direcţia afluxului apelor subterane ; *5* — goluri carstice ; *6* — zona fisurării tectonice intense ; *7* — ape hidrocarbonate ; *8* — ape sulfatate ; *9* — argile prăfoase ; *10* — nisip argilos ; *11* — bolovăniş ; *12* — calcar.

Scanned with OKEN Scanner

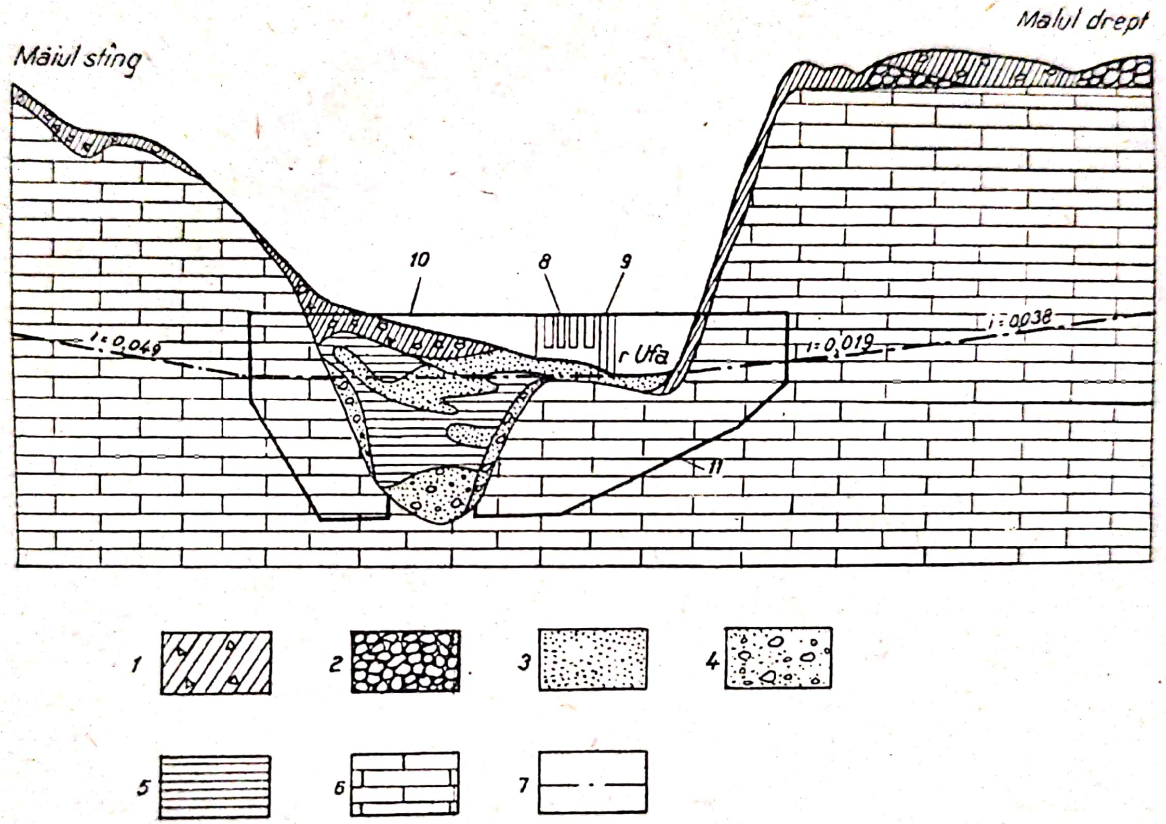


Fig. 79. Profil geologic transversal în zona amplasamentului barajului Pavlovsk:
1 — deluviu ; *2* — eluviu ; *3–5* — depozite aluviale ; *6* — calcare ; *7* — nivelul apelor subterane și înclinarea lui ; *8* — clădirea mașinilor de forță ; *9* — ecluză ; *10* — baraj din umplutură ; *11* — conturul ecranului de protecție prin cimentare.

În Jugoslavia au fost executate, pe calcare afectate de fenomene carstice, barajele de pe rîurile Sica și Gațea, precum și sistemele hidrotehnice Niești, Crupaci, Granciarevo, Penița și Prancevici.

Rezultă că pe calcare se pot realiza toate tipurile de baraj, inclusiv baraje în arc.

Rocile sedimentare cu textură șistoasă au proprietăți fizico-mecanice foarte diferite, în funcție de orientarea lor față de poziția văii și a construcției. Caracteristic pentru ele este permeabilitatea redusă după jointuri, cu excepția zonelor de dislocație sau puternic fisurate. Uneori, prin alterare, în special prin hidratare, își măresc volumul.

Marnele și argilele sînt roci impermeabile, cu grade deosebite de rezistență la acțiunea agenților externi. Proprietățile lor fizico-mecanice sînt determinate de constituția mineralogică. Două argile care prezintă aceeași curbă granulometrică pot avea plasticități deosebite; plasticitatea unei argile caolinitice-monotermitice este diferită de plasticitatea unei argile montmorillonitice care are proprietăți tixotropice. Comportarea acestora, în legătură cu construcțiile hidrotehnice, se apreciază după gradul de alterație la umiditate (în condițiile de umiditate și desecări repetate). În cazul în care argilele și marnele nu se comportă satisfăcător în condițiile arătate, ele trebuie să fie protejate.

Cînd în amplasamentul barajului apar argile și marne se va ține seamă de proprietățile și caracteristicile fizico-mecanice ale acestor roci.

S-a observat că marnele sînt impermeabile și compresibile sub sarcină, chiar în condițiile de umiditate naturală. În mediu umed, ele se umflă; acest fenomen se datorește mineralelor ce absorb apa în rețea.

Marnele și argilele pun probleme de stabilitate în cursul execuției. De aceea este necesar să se stabilească unghiul de taluz pentru prevenirea prăbușirilor sau alunecărilor. O asemenea situație a fost semnalată la executarea masivului de ancoraj M 2 de la Bicaz. Masivul a fost executat la 26 m de la suprafața terenului, în groapă deschisă. Taluzurile adoptate au fost 1 : 1,25 pentru terenurile aluvionare și 3 : 1 pentru formațiunile senoniene (alternanță de marne cu gresii și marnocalcare cu intercalații de argile marnoase șistoase moi). În timpul executării săpăturilor a fost pusă în evidență o zonă de trecere de la senonian la eocen (șisturi argiloase cu slabe intercalații gresoase, cu grade de tărie diferite, avînd în general indici geotehnici mai puțin favorabili decît formațiunile senoniene). Deoarece retaluzarea nu era posibilă din cauza înălțimii mari a frontului,

Scanned with OKEN Scanner

s-au executat două ziduri de sprijin din beton armat; excavațiile au fost continuate la adăpostul acestor ziduri. După o perioadă de precipitații abundente, s-au produs alunecări în zona de trecere de la senonian la eocen. Pentru asigurarea echilibrului a fost necesar să se execute retaluzarea frontului.

Cînd terenul de fundație din amplasamentul unui baraj este constituit din marne și argile, se recomandă executarea de baraje de pămînt sau anrocamente, care pot prelua mai ușor deformațiile terenului de fundație; lucrările de zidărie și beton nu sînt recomandate pe asemenea terenuri.

Gresiile au, de asemenea, proprietăți fizico-mecanice variabile, în funcție de natura cimentului. Pentru construcții de baraje cele mai favorabile sînt gresiile cu ciment silicios, iar cele mai defavorabile sînt gresiile argiloase și cele gipsifere; acestea din urmă tipuri de gresii sînt uneori deformabile. Deformabilitatea lor este determinată de inegala cimentare inițială, sau de dizolvarea ulterioară a cimentului. Zonele necimentate inițial, sau cele în care s-a produs dizolvarea sau spălarea cimentului, din cauza permeabilității pot periclita stabilitatea construcției prin antrenarea granulelor de către curentul de apă subteran.

Terenurile de fundație formate din *alternanțe de marne și argile cu bancuri de gresii* pun probleme atît în ceea ce privește compresibilitatea terenului de fundație, cît și condițiile hidrogeologice: marnele și argilele sînt roci compresibile, care se pot umfla în contact cu apa, dar în același timp sînt impermeabile; gresiile au o rezistență mult mai mare, uneori fiind practic incompresibile, dar adesea sînt permeabile.

În terenurile formate din asemenea roci, este necesar ca sarcina transmisă de construcție să fie preluată în cea mai mare parte de gresii, iar lucrările de impermeabilizare să fie executate pînă la complexul marno-argilos impermeabil (fig. 80). În general, în astfel de terenuri, pentru prevenirea deformațiilor ce s-ar putea produce sub greutatea construcției, se recomandă executarea de baraje din anrocamente.

Formațiunile de molasă (gresii fine cu ciment argilo-calcaros) au dezavantajul că se alterează repede, sub acțiunea apei. Sînt destul de rezistente (pînă la 7 kgf/cm^2), însă permeabilitatea lor în mic este accentuată; infiltrațiile se produc după planele de sedimentare (jointuri), care sînt foarte dese.

În zona de fliș este recomandabil ca amplasamentele barajelor să fie alese în zonele de gresii sau conglomerate (suficient de dezvoltate) pentru a se asigura stabilitatea și buna funcționare a construcției.

Scanned with OKEN Scanner

Barajul de la Bicaz, executat în formațiuni de fliș, a fost amplasat într-o zonă în care predomină gresiile.

Conglomeratele sînt, în general, bune pentru fundarea barajelor ; o atenție deosebită trebuie acordată însă cimentului conglomeratelor, deoarece dacă acesta este solubil (calcaros) se pot produce fenomene de carst care, cu timpul, imprimă o permea-

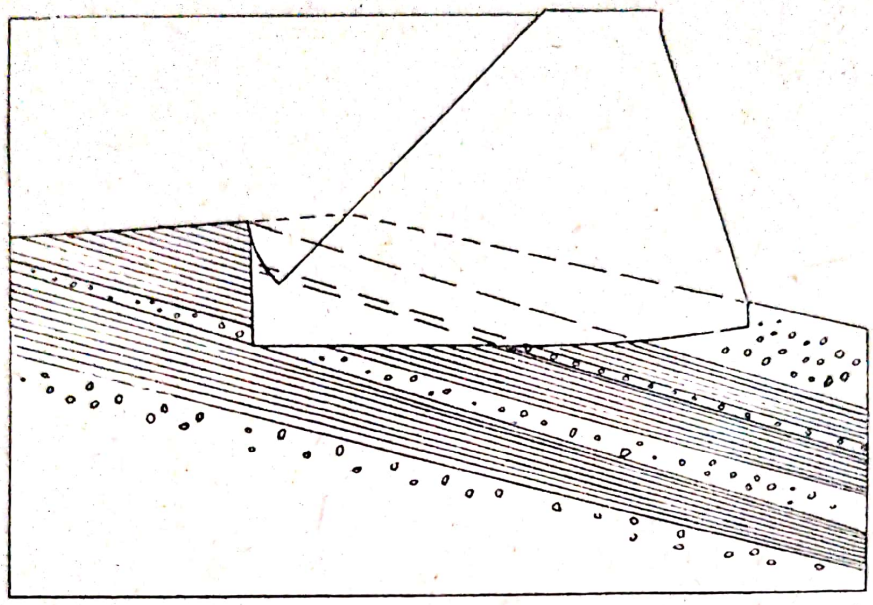


Fig. 80. Amplasarea unui baraj pe un teren de fundație constituit dintr-o alternanță de argilă și gresii.

bilitate accentuată acestor roci. La realizarea barajelor pe conglomerate, în general, se pun numai probleme hidrogeologice, rezistența și stabilitatea lor fiind asigurate.

La construcțiile de baraj pe roci sedimentare, tasările inegale depind în cea mai mare măsură de grosimea stratelor compresibile (zona activă), înclinarea stratelor, alternanța stratelor compresibile cu strate incompresibile, grosimea zonei de alterație și adîncimea săpăturii pentru groapa de fundație.

2. Condițiile tectonice ale amplasamentelor de baraj

Tectonica zonei în care se construiește barajul prezintă o importanță deosebită și trebuie să i se acorde atenția necesară, în cadrul studiilor și cercetărilor ce se efectuează.

Cînd stratele înclină spre amonte sînt realizate condițiile cele mai favorabile, atît în privința rezistenței, cît și a etanșeității. In cazul în care stratele înclină spre aval, situația este defavorabilă, deoarece această dispoziție favorizează alunecările, ca urmare a dirijării spre aval a componentei orizontale a pre-

Scanned with OKEN Scanner

siunii determinate de retenție. Stratele orizontale oferă condiții suficiente de stabilitate, dar pun probleme în privința etanșeității, deoarece infiltrațiile se pot produce pînă la distanțe mari. În asemenea cazuri, dacă există o alternanță de strate permeabile cu strate impermeabile sînt necesare lucrări de etanșare a stratelor permeabile, la diferite cote.

Stratele orientate paralel cu direcția văii pot favoriza infiltrațiile de-a lungul planelor de stratificație sau șistozitate, atunci cînd structura prezintă o scufundare axială către aval ; în același timp, în versantul în care stratele înclină conform cu panta, se pot ivi probleme de stabilitate, putîndu-se declanșa deplasări consecvente.

În zonele de șarnieră a anticlinalelor se vor evita pe cît posibil, amplasamentele de baraje, deoarece în aceste zone, rocile sînt mai afectate de fisuri.

În privința faliilor, acestea trebuie studiate cu deosebită atenție. Noțiunea de *falie* se referă la accidentele tectonice în care două compartimente sînt deplasate unul în raport cu celălalt și sînt separate de o suprafață (volum) de contact anormal ce prezintă milonite, oglinzi de fricțiune, zgîrieturi, a căror orientare arată deplasarea relativă a compartimentelor.

Rareori se întîlnesc în natură falii deschise sau goale ; în această situație, ele se numesc *crevase tectonice* și au vîrstă recentă (asemenea crevase se întîlnesc mai ales în masivele calcaroase ce alunecă pe un fundament plastic, așa cum este cazul calcarelor din zona Lespezi-Scropoasa); de cele mai multe ori, falia cuprinde elemente zdrobite sau căzute de la suprafață. Acestor zone trebuie să li se dea o atenție deosebită. La executarea lucrărilor de cimentare, ele se spală și se injectează sub presiune.

Prezența faliilor nu trebuie să fie un criteriu decisiv de renunțare la amplasarea unui baraj. La noi în țară, barajul de la Buhui (care servește pentru alimentarea cu apă a orașului Anina) este construit într-o zonă de falie ; falia este vizibilă în versantul stîng al văii și traversează amplasamentul barajului la circa 8 m de umărul stîng al barajului, spre amonte.

Prezența faliilor, în afara problemelor de stabilitate și infiltrații, trebuie privită în raport cu gradul de intensitate seismică a regiunii, cu magnitudinea cutremurelor. Falia reprezintă un plan de discontinuitate, după care cele două compartimente sînt solicitate în mod deosebit în timpul unui cutremur. Solicitarea este cu atît mai mare cu cît săritura faliei este mai mare și cu cît cele două compartimente sînt constituite din roci de natură

Scanned with OKEN Scanner

petrografică deosebită. Sub acest aspect trebuie privite și laminările, planul de șariaj sau alte contacte anormale.

În cazul în care contactele anormale sînt determinate de forțe de compresiune, ce determină falii inverse, este de așteptat ca în ele să nu se producă absorbții importante de apă sau ciment ; acest fapt se datorește sensului forței orogenice, care se opune la formarea fisurilor deschise, determinînd o cicatrizare a rocii. Forțele de distensiune determină formarea faliilor și fisurilor deschise creînd situații nefavorabile pentru construcțiile hidrotehnice.

Expertizele efectuate asupra cauzelor de prăbușire ale barajelor de la Habra din Algeria și San-Francisco din S.U.A. nu au putut preciza dacă prăbușirile s-au datorat prezenței faliilor în terenul de fundație, sau insuficientei cunoașteri a proprietăților terenului de fundație. Zona de falie reprezintă, în ultimă instanță, un teren de fundație cu proprietăți necorespunzătoare, dar care poate fi îmbunătățit prin mijloacele tehnicii moderne.

Studiul tectonic se face pe profile, explicîndu-se morfologia structurilor tectonice, fazele de tectogeneză și influența lor asupra condițiilor litofaciale ; prin studiul tectonic se obțin date suplimentare privind formarea reliefului în procesele geologice dinamice, caracteristicile fizico-mecanice ale rocilor și condițiile hidrogeologice ale regiunii.

Din descrierea tectonicii trebuie să reiasă clar morfologia dislocațiilor, răspîndirea lor și raporturile dintre ele ; pentru fiecare structură se vor prezenta elementele geometrice ale ei și relațiile cu amplasamentul construcției.

Studiul tectonic trebuie să se efectueze în strînsă legătură cu lito-stratigrafia amplasamentului, deoarece numai în acest fel se poate forma o imagine completă a evoluției regiunii, a condițiilor de formare a rocilor, a fazelor de orogeneză.

Fisurația rocilor. Studiul fisurilor este necesar pentru aprecierea stabilității și permeabilității rocilor. În cadrul cercetărilor geologice-tehnice, trebuie să se facă o caracterizare calitativă și cantitativă a fisurației.

Din punct de vedere tectonic, fisurile sînt deformații discontinue care caracterizează, în general, rocile neplastice ; ele pot să apară și în rocile plastice, atunci cînd tensiunea care provoacă deformarea depășește limita superioară de plasticitate a unei roci. Deci, pentru formarea unei fisuri este necesar să se consume o cantitate de energie suplimentară, starea de tensionare nefiind suficientă pentru formarea ei.

Fisurile sînt deformări produse de-a lungul unor plane de forfecare ; efectele lor pot fi invizibile, uneori mascate prin re-

Scanned with OKEN Scanner

cristalizare, sau vizibile, ca plane de-a lungul cărora au avut loc translații mai mici sau mai mari. Fisurile reprezintă plane, de-a lungul cărora nu s-a produs decît o infimă deplasare ; roca n-a încercat nici o turburare efectivă, dar a devenit mai puțin rezistentă după acest plan.

La determinarea fisurării trebuie să se țină seamă că fisura, de orice natură ar fi ea, este o consecință a unei stări tensionate (fizică, chimică sau mecanică) a mediului și această stare duce la schimbarea echilibrului mediului. Coeziunea rocii se turbură de-a lungul cîtorva suprafețe de separație, care trec în fisuri determinînd schimbarea proprietăților fizice ale rocii.

Cauzele formării și dezvoltării fisurilor sînt următoarele :

1. procesele tectonice ;
2. variația stării fizice a rocii ;
   a) răcirea maselor magmatice ;
   b) variația umidității în rocile sedimentare ;
3. diageneza ;
4. alterarea rocilor ;
   a) chimică ;
   b) fizică (insolația și gelivația);
5. acțiunea gravitației ;
6. unele eforturi locale (încărcare sau descărcare de sarcină);
7. explozii.

De multe ori, aceste cauze se împletesc între ele și îngreuiează studiul fisurilor.

Fisurile observate în roci se deosebesc unele de altele, în funcție de condițiile naturale în care se găsesc rocile pe care le afectează și de geneza lor ; ele se pot găsi în roci de vîrstă diferită, a căror compoziție petrografică este variată.

Prin studiul fisurilor se urmărește :

— asigurarea stabilității construcției, prin determinarea rezistenței rocilor fisurate și adoptarea unor soluții constructive corespunzătoare ;

— prevenirea pierderilor prin infiltrații, ce se produc de-a lungul planelor de fisurație, conform principiilor hidraulicii subterane, și găsirea de soluții pentru evitarea pierderilor.

Observațiile ce se efectuează după realizarea unei construcții hidrotehnice pun în evidență noi cazuri de comportare a fisurilor ce nu au fost prevăzute, dar a căror considerare la o nouă lucrare elimină treptat defecțiunile ce ar putea să apară în cursul exploatării.

Scanned with OKEN Scanner

1. Pentru asigurarea stabilității construcției, atenția trebuie să fie îndreptată spre :

a) asigurarea construcției barajului la presiunile pe care le transmite lacul de acumulare ;

b) determinarea presiunilor hidrodinamice ce le transmit fisurile ce conțin apă, și care au influență hotărîtoare, în special, asupra construcțiilor realizate în subteran.

Prima situație se rezolvă prin studiul fizico-mecanic al rocilor din amplasamentul barajului și prin alegerea unui tip de construcție corespunzător ; la cea de a doua situație trebuie să se țină seamă atît de caracteristicile fizico-mecanice ale rocii, cît și de legile hidraulice.

2. Pentru prevenirea pierderilor prin infiltrații trebuie să se aibă în vedere următoarele :

a) curgerea prin fisuri are caracter laminar sau turbulent ;

b) mediul în care se produc este izotrop sau anizotrop.

Elementele de calcul ce rezultă din cele expuse mai sus vor conduce la obținerea unor parametri, a căror valoare nu poate fi considerată absolută, ci vor constitui numai un caz general, urmînd ca pentru fiecare caz particular ce se ivește să se ia măsurile corespunzătoare.

3. Seismicitatea regiunii

Barajele sînt construcții a căror stabilitate trebuie să fie asigurată față de sarcinile seismice la care pot fi supuse.

Cele mai sensibile la solicitările seismice sînt barajele în arc. De aceea este necesar ca în studiul geologic tehnic ce se întocmește pentru un amplasament de baraj, să se arate magnitudinea cutremurelor din regiune.

C. CONSTRUCȚII ANEXE

Construcțiile anexe au fost arătate anterior. Realizarea acestor construcții ridică o serie de probleme deosebite de cele ale nodului hidrotehnic și ele se studiază separat.

Pentru construirea drumurilor de ocolire se vor avea în vedere indicațiile de la capitolul „Drumuri", ținîndu-se seama de cota la care se găsește drumul deasupra retenției și de influența apei din lac asupra stabilității versantului pe care se află traseul studiat.

Galeriile de aducțiune, canalele de fugă și conductele forțate, atunci cînd se sapă în subteran, pun probleme asemănătoare celor ridicate de tuneluri.

Scanned with OKEN Scanner

Traseele obligatorii se pot executa chiar în roci acvifere sau terenuri mai puțin stabile, luînd însă măsuri speciale: cimentare, silicatare, îngheț, în vederea formării unei zone de protecție în interiorul căreia se execută săparea. Uneori, rocile strivite tectonic au proprietăți defavorabile și necesită lucrări de îmbunătățire.

În versanți, galeriile trebuie să fie adîncite pînă la roca de bază, dacă aceasta nu apare la zi, pentru a se evita zona de alterație.

La traversarea văilor, trebuie să se aibă în vedere grosimea aluviunilor, uneori executîndu-se sifonarea conductelor, pentru a rămîne în roca de bază; în orice caz, conducta trebuie să fie trecută sub adîncimea maximă de afuiere, deoarece nu se poate evita totdeauna traversarea în subteran a aluviunilor.

În cursul execuției se constată că definitivarea profilelor galeriilor conduce la îmbrăcăminți de grosimi mai mari decît cele prevăzute inițial; alteori, se pot întîlni zone de strivire și alterare largi, care necesită lucrări de îmbunătățire.

Pentru galeriile de încărcare și conducte forțate, rezistența rocii depinde de natura ei și de gradul de fisurație; această situație determină alegerea tipului de îmbrăcăminte: beton armat cu tole metalice sau virole metalice.

Trebuie avut în vedere faptul că săparea unei galerii sau a unor canale sub nivelul apelor subterane are efect de dren, determinînd scăderea locală a nivelului apelor subterane; cînd acestea se sapă deasupra nivelului apelor subterane poate avea loc creșterea lui.

Pentru uzine, castele de echilibru și noduri de presiune, se respectă normele de cercetare ale construcțiilor industriale, ținînd seamă de specificul lor.

Ecluzele prevăzute în baraj se studiază conform celor arătate în capitolul „Canale", avînd în vedere particularitățile determinate de amplasarea ecluzei lîngă un baraj.

D. MATERIALE DE CONSTRUCȚIE

O problemă principală în cadrul studiilor geologice-tehnice pentru baraje este determinarea surselor, a calității și rezervelor de materiale de construcție și, în special, a agregatelor pentru betoane.

Materialele de construcție folosite la baraje trebuie să fie de bună calitate și să corespundă condițiilor de recepție prevăzute în normativele în vigoare.

Scanned with OKEN Scanner

Cimenturile folosite pentru baraje trebuie să corespundă prevederilor STAS 5911-58, iar betoanele pentru construcții hidrotehnice vor avea caracteristicile prevăzute în STAS 6102-59. Betoanele folosite trebuie să corespundă unui anumit modul de elasticitate static (STAS 5585-57), să reziste la acțiunea repetată de îngheț-dezgheț (STAS 3518-52) și să aibă anumite proprietăți mecanice (STAS 1275-50). Cimenturile ce se folosesc pentru construcția barajelor trebuie să aibă termicitate scăzută, pentru a se evita fisurarea betoanelor.

Agregatele folosite pentru betoane trebuie să corespundă prevederilor STAS 5369-56, STAS 2386-51, STAS 1667-54 și STAS 4606-54.

În cazul în care nu se găsesc agregate naturale în apropierea amplasamentului barajului, se va lua în considerație posibilitatea folosirii agregatelor de carieră concasate. Rocile concasate trebuie să fie destul de dure și rezistente la compresiune, ușor de concasat, să dea fragmente poliedrice, care să nu fie intens fisurate și să nu dea un procent prea mare de material fin.

Uneori, pot fi folosite ca agregate pentru betoane rocile din săpătura de fundație sau din galerii; alteori, cînd acest material nu este corespunzător, este necesar să se deschidă cariere în mod special, pentru a se asigura aprovizionarea cu materiale de construcție.

Rocile cu șistozitate accentuată, gnaisurile micacee, micașisturile și, în general, rocile constituite din minerale cu habitus filitic, nu sînt corespunzătoare. De asemenea, calcarele marnoase, rocile ce dau fragmente aplatizate, ca și cele ce dau fracțiuni mici în cantitate mare, sînt contraindicate a fi folosite ca agregate pentru betoane.

Amfibolitele, care de obicei nu conțin mică, dau prin concasare fragmente poliedrice; agregate bune prin concasare dau calcarele, dolomitele, gresiile bine cimentate, granitele, porfirele nealterate, bazaltele, andezitele piroxenice. Aceste roci se concasează bine, deoarece suprafețele de contact dintre minerale sînt fețe de rupere neorientate.

Toate aceste roci nu trebuie să fie gelive.

Aderența cimenturilor față de agregate este diferită; ea este foarte bună asupra calcitului și dolomitului, mediocră asupra cuarțului și foarte rea asupra micei.

Cînd sînt folosite roci ce conțin feldspați în cantități însemnate, trebuie să se studieze gradul de alterare a feldspaților, deoarece prin transformarea acestora în minerale argiloase, prin concasare, dau un conținut ridicat de material fin.

Scanned with OKEN Scanner

Agregatele naturale (aluviunile, depozitele de terasă sau conglomeratele slab cimentate) uneori sînt triate în mod natural, fiind constituite din rocile cele mai dure și mai puțin alterabile. La folosirea acestor agregate se va avea în vedere forma și granulația lor. Uneori, agregatele naturale nu au granulația corespunzătoare pentru o anumită marcă de beton; în acest caz curba granulometrică trebuie corectată prin cernere sau adaos.

Pentru anrocamente se aleg rocile rezistente la acțiunea de alterare a agenților externi și cu rezistențe fizico-mecanice mari.

Materialele de construcție ce fac parte din porțiunea de baraj supusă acțiunii directe a apei de infiltrație nu trebuie să conțină cantități mari de săruri solubile, deoarece prezența acestora poate să conducă, după un anumit timp, la apariția de căi de infiltrație și tasări. Se va evita folosirea argilelor ca material pentru impermeabilizare, atunci cînd ele conțin mai mult de 2% săruri solubile.

Materialele argiloase folosite pentru impermeabilizări trebuie să se exploateze destul de ușor în cariere și să se compacteze bine. Se recomandă evitarea argilelor prea grase cu conținut ridicat de fracțiuni mici, precum și a celor ce au umiditate naturală foarte mică (în condițiile de zăcămînt).

Conținutul în pirită al rocilor folosite trebuie să fie cunoscut, deoarece, în cantități prea mari, pirita determină agresivitatea apelor față de betoane, la fel ca și gipsul și anhidritul. În asemenea situații se aleg alte surse de material, se deschid cariere de alte roci, sau se folosesc cimenturi speciale, rezistente la acțiunea apelor cu agresivitate sulfatică.

E. CONSIDERAȚII SPECIALE

Dacă geologul poate soluționa singur — în cele mai multe cazuri — problemele legate de condițiile hidrogeologice ale lacului, pentru determinarea condițiilor hidrogeologice din amplasamentul barajului este necesară colaborarea cu un hidrogeolog, mai ales atunci cînd amplasamentul nu prezintă suficiente garanții de etanșeitate.

Determinarea condițiilor morfologice ale amplasamentului de baraj se va face în același fel ca și la lacul de acumulare.

Procesele geologice dinamice externe vor fi descrise atît pe zona amplasamentului de baraj, cît și în zonele limitrofe (amonte și aval), cu indicarea măsurilor ce trebuie luate pentru prevenirea și combaterea lor.

Scanned with OKEN Scanner

Determinarea *proprietăților fizico-mecanice* ale rocilor din amplasamentul barajului se face pe teren și în laborator.

Prin încercările de laborator se determină următoarele proprietăți :

— umiditatea ;
— greutatea specifică ;
— greutatea volumetrică ;
— rezistența la compresiune ;
— modulul de elasticitate ;
— rezistența la forfecare și coeziune ;
— rezistența la alunecare ;
— modulul de compresibilitate ;
— coeficientul de tasare ;
— presiunea internă naturală.

Pentru o parte din proprietăți se fac încercări pe teren, în condițiile naturale în care se va găsi barajul. Cele mai obișnuite încercări pe teren sînt :

— determinarea coeficientului de frecare rocă-beton, necesară pentru asigurarea stabilității barajului la lunecare și răsturnare ;

— determinarea coeficientului de compresibilitate, pentru aprecierea mărimii tasărilor ce se vor produce ;

— determinarea coeficientului de elasticitate dinamică (modulul lui Young).

O importanță deosebită o prezintă *încercările experimentale de impermeabilizare* pentru îmbunătățirea terenului de fundație, care se fac cu ajutorul forajelor de injecție. Pentru efectuarea acestor operațiuni, trebuie executate, anterior, încercări de determinare a coeficientului de permeabilitate.

În roci se produc scurgeri de apă prin pori sau fisuri. Curgerii prin pori îi corespunde permeabilitatea în mic, iar curgerii prin fisuri permeabilitatea în mare. Spre deosebire de permeabilitatea în mic, permeabilitatea în mare nu se poate determina decît pe teren.

Curgerea apei prin pori sau fisuri poate fi definită printr-un coeficient de permeabilitate, K, atît pentru rocile fisurate, cît și pentru cele poroase. Cunoașterea lui K, în mare, precizează starea de fisurație a terenului și dă posibilitatea unei evaluări a debitelor infiltrate, atunci cînd se studiază curgerea subterană. Determinarea lui K este posibilă atunci cînd încercările de permeabilitate se execută concomitent cu avansarea (săparea puțului).

Pentru obținerea unor rezultate juste, este necesar ca executarea forajelor să nu modifice condițiile naturale de circulație a apelor. Pentru aceasta se vor evita forajele cu noroi, care provoacă

Scanned with OKEN Scanner

colmatarea porilor și fisurilor mici din roci. Fisurile mari, deschise, pot fi puse în evidență prin pierderea circulației de noroi sau scăderea presiunii de lucru la pompă (fără ca să se obțină indicații cantitative asupra permeabilității).

Uneori, în forajele executate cu apă se constată pierderi de apă, ceea ce arată existența unui orizont acvifer a cărui presiune de zăcămînt este mai mică decît presiunea de lucru a pompei, a cărui capacitate de absorbție este mai mare decît capacitatea de debitare a pompei.

Experiența executării forajelor a arătat că încercările de permeabilitate dau rezultate numai în forajele săpate cu sistemul Rotary, la care circuitul de apă spală detritusul din fundul puțului. Deși se realizează și aici o colmatare a pereților puțului prin materialul fin în suspensie, această colmatare este mai mică decît în cazul forării cu trepan și este mai accentuată de la gură spre talpă ; din această cauză, încercările de permeabilitate se execută concomitent cu avansarea.

Încercările de permeabilitate se execută pe tronsoane mici, în general de 5 m, în cazul în care se urmărește măsurarea permeabilității reale a terenului.

Principiul metodelor, sau cum se numesc obișnuit criteriile pentru determinarea permeabilității, constă în injectarea cu apă prin pompare a terenurilor străbătute pe o porțiune numită *pas* sau *tronson*. Atunci cînd este posibil, se va extrage apa prin pompare, în loc să fie introdusă.

Rezultatele obținute permit determinarea coeficientului de permeabilitate a terenurilor omogen permeabile, ce sînt considerate că au aceeași comportare hidraulică ca și terenul ideal ; în realitate, acest lucru nu se întîmplă niciodată, dar rezultatele obținute, deși nu sînt perfecte, sînt suficiente pentru nevoile practice. Este necesar să fie puse în evidență cauzele ce determină imperfecțiunea, deoarece numai în acest fel se va ajunge la cunoașterea proprietăților sau stării terenului explorat.

Cele mai folosite criterii pentru determinarea permeabilității sînt criteriile Lefranc, în terenurile granulare, și criteriul Lugeon, în roci dure ; criteriul Jähde este o variantă a criteriului Lugeon.

Criteriul Lefranc constă în determinarea permeabilității terenului la talpa forajului, gaura de foraj fiind tubată pînă deasupra tălpii. Apa se injectează numai prin talpa forajului, unde se creează o cavitate ce se umple cu apă, și se măsoară timpul în care se pierde apa introdusă, cunoscînd forma și dimensiunile cavității. Măsurarea cantității de apă pierdută se face prin menținerea nivelului permanent al coloanei de apă, prin măsurarea cantităților introduse (fig. 81).

Scanned with OKEN Scanner

Deoarece cavitățile au dimensiuni mici, permeabilitățile determinate se referă numai la o zonă mică de teren și valoarea determinării este punctuală ; pentru evaluarea unei permeabilități medii a terenului, este necesar să se execute un mare număr de foraje cu încercări de permeabilitate.

O atenție deosebită trebuie să se dea depunerilor aluvionare, care — din cauza structurii încrucișate a lor — prezintă o anizotropie evidentă ; această anizotropie determină o variație a permeabilității, avînd în vedere și faptul că, în aluviuni, scurgerea

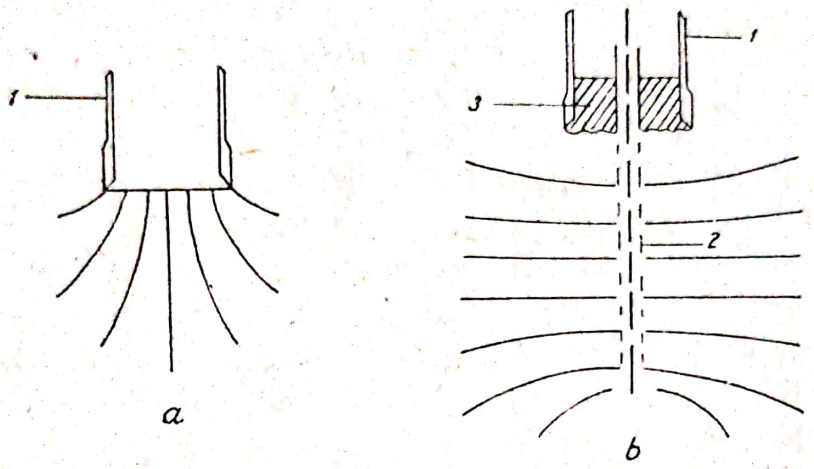


Fig. 81. Criteriul Lefranc :
a — linii de curent într-o cavitate în formă de disc în plan orizontal ; *b* — linii de curent într-o cavitate cilindrică cu ax vertical ; *1* — șiu ; *2* — tub perforat ; *3* — dop etanș.

apei subterane se face atît vertical, cît și orizontal. Din această cauză, determinarea permeabilității unui mediu omogen se face prin două încercări :

— la baza coloanei, pentru determinarea infiltrațiilor verticale (fig. 81, *a*);

— pe un pas de o lungime, precizată pentru determinarea infiltrațiilor orizontale (fig. 81, *b*).

Criteriul Lugeon se aplică, în general, pentru rocile stîncoase sau cimentate, care au permeabilitatea determinată de cele mai multe ori de fisurație. După acest criteriu se determină permeabilitatea în mare a rocilor (fig. 82).

Încercările de permeabilitate se execută cu ajutorul packerului, un dispozitiv ce permite obturarea găurii de foraj pe o anumită adîncime și izolarea ei de restul forajului. În tronsonul izolat se introduce apă sub presiune (ce se citește la un manometru). Cantitatea de apă introdusă se citește la un contor sau se determină prin folosirea unor vase mari gradate (habe). Încercările se fac pe tronsoane ce au, în general, lungimea de 5 m.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru o presiune constantă se măsoară debitul injectat timp de 5—10 min, apoi se trece la o presiune superioară. Se folosesc, în general, 3—4 valori de presiuni, pînă la presiunea maximă ce se va crea prin realizarea construcției. După executarea încercării de permeabilitate cu presiunea maximă se continuă încercările cu revenire prin presiunile mai mici folosite la începutul încercării. Nu este indicat a se folosi presiuni mai mari decît cele date de construcție, deoarece se poate produce fisurarea artificială și ridicări de teren, ce pot falsifica rezultatele.

Compararea rezultatelor obținute la încercări prin presiuni crescînde și descrescînde arată că la revenire se produc pierderi mai mari la presiune egală cu cea inițială, ca urmare a spălării fisurilor.

Valoarea absorbției pe baza rezultatelor obținute prin încercările de permeabilitate se exprimă în litri pe minut pe metru (l/min/m) pentru o încercare de 10 min. Unitatea de absorbție specifică astfel determinată se numește Lugeon (1 l/l m/1 min $= K = 1 \times 10^{-6}$ m/s).

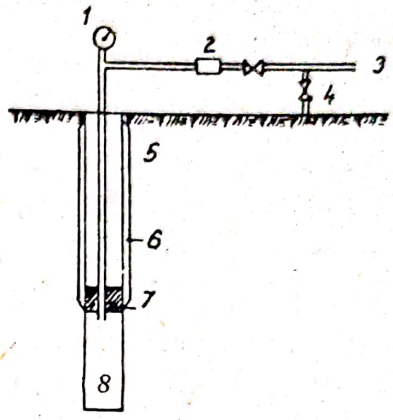


Fig. 82. Criteriul Lugeon: 1 — manometru; 2 — contor de apă; 3 — conductă spre pompă; 4 — robinet de descărcare; 5 — rocă; 6 — zona injectată; 7 — obturator; 8 — tronson în care se execută încercările de permeabilitate.

La încercările ce se fac se vor avea în vedere adîncimea nivelului apei subterane și pierderile de sarcină pe conductă; dacă aceste elemente nu se iau în considerație, rezultatele obținute vor exprima numai variația pierderilor de sarcină și nu dau indicații asupra stării de fisurație a rocilor.

Uneori, din cauza fisurației, nu se poate obține etanșarea și se constată apariția apei la exteriorul prăjinii. În această situație se folosește capul de presiune.

În cazul în care absorbția este mai mare decît debitul pompei, metoda Lugeon se înlocuiește cu metoda Lefranc.

Din punct de vedere al permeabilității, rocile se clasifică astfel:

— roci compacte cu fisuri fine, a căror permeabilitate este dată numai de fisuri, puțin numeroase, ce se închid în adîncime;

— roci compacte cu fisuri mari la care, prin dizolvare, se poate ajunge la caverne mari (calcarele);

— roci poroase și mobile sau coerente, permeabile;

— roci poroase impermeabile.

Lucrările de injectare, pentru îmbunătățirea terenului de fundație și impermeabializări, se fac, în general, după aceleași reguli,

Scanned with OKEN Scanner

care sînt valabile și pentru forajele de legătură baraj-fundament (acestea mai servesc auxiliar și la îmbunătățirea terenului de fundație și la impermeabilizări). Pentru injecțiile de îmbunătățire a terenului de fundație și cele de legătură este indicat să se folosească cimenturi ce dau betoane de mărci superioare, ceea ce nu este necesar pentru cele de impermeabilizare. La lucrările de impermeabilizare, soluția injectată trebuie să facă priză într-un timp cît mai scurt, pentru a nu fi antrenată de circulația apelor subterane.

Injectarea poate fi efectuată ascendent sau descendent. Injectarea ascendentă se face concomitent cu retragerea coloanei de tubare. Injectarea descendentă prezintă avantaj asupra celei ascendente, deoarece nu limitează adîncimea de injectare ; pasul următor se injectează după reforarea pasului cimentat.

Presiunile folosite sînt determinate de natura rocii, de fisurația rocii și de înălțimea lucrării considerate, dar în orice caz sînt superioare presiunii maxime dată de retenție.

În stratele orizontale se vor evita presiunile prea ridicate în apropiere de suprafața terenului, pentru a nu disloca rocile ; în profunzime se pot realiza presiuni mari.

În rocile cu fisuri strîmte se pot folosi în general presiuni ridicate, introducînd la început mortare fluide pentru fisurile fine și depărtate ; ulterior se mărește viscozitatea mortarului pînă se produce refuzul. În rocile cu fisuri mari, în special în calcare, se folosește un procedeu invers, începîndu-se cu mortar gros, spre a se reduce zona de fisurație maximă, urmînd ca apoi să se folosească mortare fluide, în anumite limite de fluiditate și presiune.

Distanța dintre foraje variază de la caz la caz și în funcție de scopul pentru care se execută.

Voalul sau ecranul de impermeabilizare realizat prin injectări reprezintă o prelungire a barajului în versant și în terenul de fundație (fig. 83). Dacă în apropierea barajului, voalul contribuie la îmbunătățirea calității rocilor, la o depărtare mai mare, rolul lui principal este de a împiedica infiltrațiile prin ocolirea barajului sau lungirea drumului infiltrațiilor, astfel încît pierderile de sarcină să fie suficiente pentru suprimarea practică a pierderilor.

Lucrările de etanșare presupun oprirea totală sau alungirea drumului apelor subterane de infiltrație.

Pentru prevenirea infiltrațiilor pe sub baraj, se execută un voal de etanșare în paramentul amonte, pînă la adîncimi ce nu

Scanned with OKEN Scanner

depășesc 50 m. Dacă forajele se execută înaintea începerii lucrărilor barajului, nu se pot executa injecțiile de legătură. În unele cazuri, injecțiile de impermeabilizare și legătură se pot executa din galeria de control ce străbate barajul.

Combaterea infiltrațiilor pe sub baraj se face în scopul prevenirii subpresiunilor, care au ca efect ridicarea în sus (plutirea) a construcției.

Distanța maximă dintre foraje se stabilește avînd în vedere raza de acțiune a fiecărui foraj; există o distanță minimă de la care executarea forajelor nu mai este economică și trebuie găsite alte soluții, cum ar fi de exemplu executarea unui pinten de beton.

Pentru ecranele (voalurile) de etanșare există o adîncime maximă pînă la care ele se execută în condiții optime. Această adîncime este determinată de deviațiile pe care le suferă forajele. Dacă sînt necesare voaluri adînci, se prevăd galerii intermediare pentru executarea forajelor.

Injectările pentru impermeabilizare se efectuează cel puțin pe două șiruri de foraje, în mod obișnuit trei, așezate în zig-zag. Ordinea de execuție a lor este determinată de condițiile geologice și hidrogeologice ale zonei; în general, este indicat să se execute șirul de foraje din amonte, pentru ca celelalte

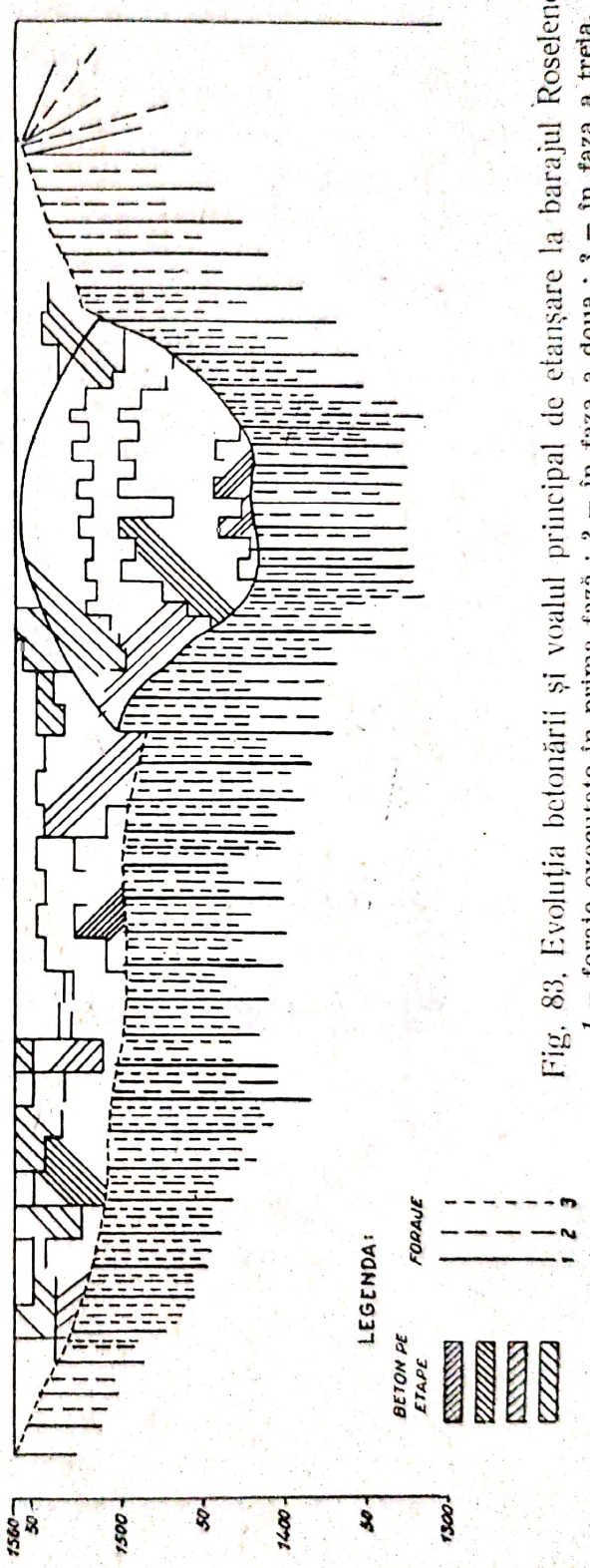


Fig. 83. Evoluția betonării și voalul principal de etanșare la barajul Roselend:
1 – foraje executate în prima fază; 2 – în faza a doua; 3 – în faza a treia.

Scanned with OKEN Scanner

șiruri de foraje să se execute la adăpostul acestui ecran. Pentru șirul din amonte este necesar ca mortarul folosit să facă priză cît mai repede, pentru a nu fi spălat de curentul de apă subteran. Pentru celelalte șiruri de foraje, mortarele cît și presiunile folosite pot fi diferite de cele ale primului șir, în funcție de rezultatele injecțiilor anterioare ; mai mult, presiunea de injectare poate varia chiar pe același șir de foraje.

Regimul de injectare se poate fixa în funcție de cantitatea de mortar injectată pe un anumit tronson la presiune normală, sau se menține în regim constant de presiune, un anumit interval de timp.

Eficacitatea voalului de injecție realizat se verifică prin foraje de control executate în aval de ultimul șir de foraje al voalului. Aceste foraje (puțuri de observație) se execută înainte de realizarea voalului (a primului șir de foraj), determinîndu-se nivelul apelor subterane și debitul obținut prin pompare. Pe măsura executării forajelor din voal, nivelul apelor subterane cît și debitele trebuie să scadă. În acest fel, prin măsurarea debitelor din puțurile de observație se poate verifica dacă metoda de calcul prin care s-a stabilit distanța dintre foraje a fost justă sau dacă mai sînt

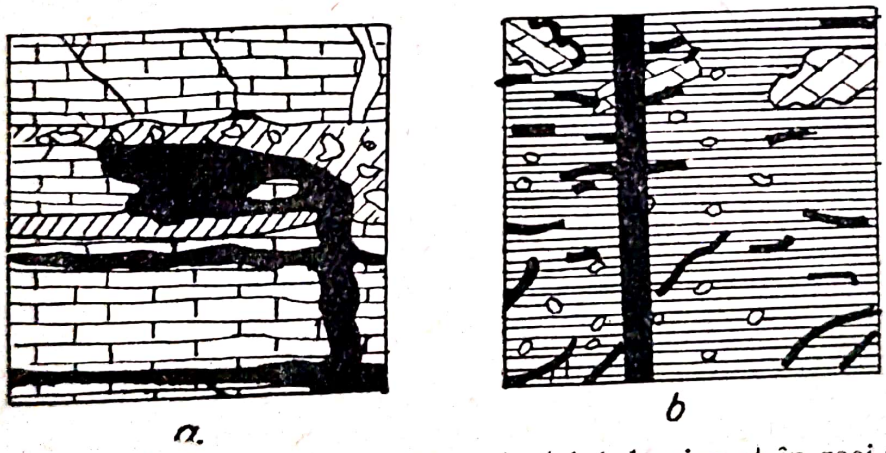


Fig. 84. Exemple de pătrundere a laptelui de ciment în roci :
a — în calcare ; *b* — în argile.

necesare lucrări suplimentare și în ce sectoare. De obicei, forajele de control se execută în zonele cu permeabilitatea cea mai mare cunoscută.

Trebuie avut în vedere faptul că tehnica executării cimentării prezintă particularități după tipul de rocă ce se tratează (fig. 84), așa cum s-a arătat anterior ; în general, problemele cele mai dificile le ridică aluviunile și aglomeratele.

Consumurile de ciment se exprimă în kg/m² de voal sau în kg/m. l. foraj.

Scanned with OKEN Scanner

Injecțiile de legătură se fac cu scopul de a asigura legătura și etanșeitatea între betonul construcției și roca din terenul de fundație și de a consolida suprafața de fundație, mai mult sau mai puțin fisurată de exploziile efectuate pentru executarea săpăturii gropii de fundație (fig. 85).

Aceste injecții se realizează prin foraje scurte, răspîndite pe toată suprafața de fundație ; numărul și dispoziția lor sînt deter-

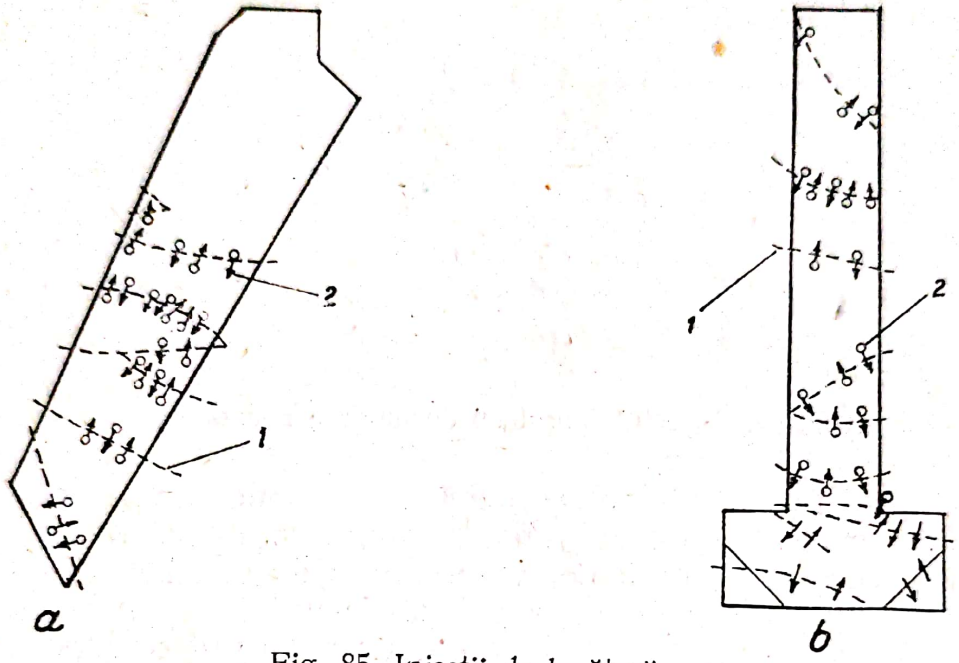


Fig. 85. Injecții de legătură :
a — în cazul unui plot ; *b* — în cazul unui element de baraj ;
1 — diaclaze ; *2* — direcții de injectare.

minate de rezultatele cartării suprafeței de fundație, a fiecărui element al construcției (plot) în parte, care pune în evidență situația fisurării.

Injectarea se execută după turnarea primei sau celei de a doua lamă de beton. În general, se lasă în beton tuburi ce permit injectarea (Teliuc); alteori nu se lasă (Secul). Aceste injecții se fac sub presiune slabă (10 kgf/cm² sau chiar mai puțin), pentru a nu disloca rocile.

Consolidarea terenului de fundație se face prin cimentarea rocilor slabe sau fisurate pînă la limita zonei active. În cazul rocilor poroase se folosesc soluții de silicați și se lucrează la presiuni mari (peste 100 kgf/cm²); rocile sfărîmate sînt cimentate cu mortar de ciment. Înainte de efectuarea cimentării se face spălarea cu apă sub presiune a rocilor și apoi se fac injecțiile. În rocile sfărîmate, cimentările se fac de sus în jos, pe măsură ce se avansează ; în cele numai fisurate, cimentarea se face de jos în sus.

Scanned with OKEN Scanner

Injecții de consolidare se prevăd în terenurile de fundație și în versanții văii, în zonele de încastrare a barajelor în arc, pentru a căror realizare sînt necesare terenuri de construcție cu calități mecanice corespunzătoare.

Natura terenului de fundație (rezistență, omogenitate, grad de fisurare și alterare) determină dimensiunile, forma și adîncimile de fundare ale barajului.

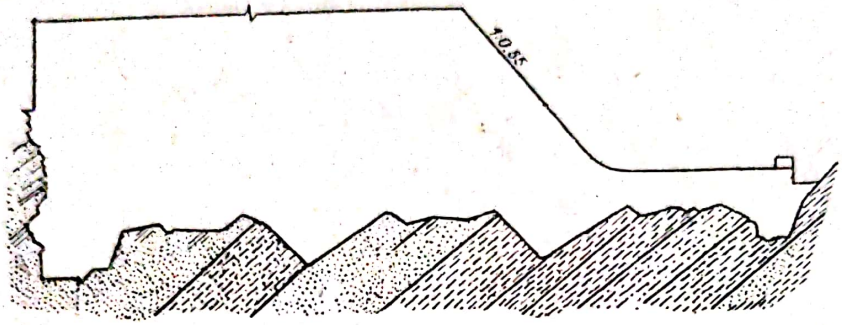


Fig. 86. Aspectul suprafeței de fundare a unui baraj.

Suprafața de fundare se sapă cu proeminențe și adînciturі (fig. 86), care măresc stabilitatea barajului la alunecare. La rocile cu stratificație orientată nefavorabil față de construcție, sau cu coeficienți de frecare statică reduși, barajul se fundează și se încastrează pe adîncimi mari, folosindu-se în acest fel rezistența la alunecare a stratelor din aval ; forțele tangențiale ce acționează asupra fundațiilor se pot micșora prin înclinarea spre amonte a suprafeței de fundație.

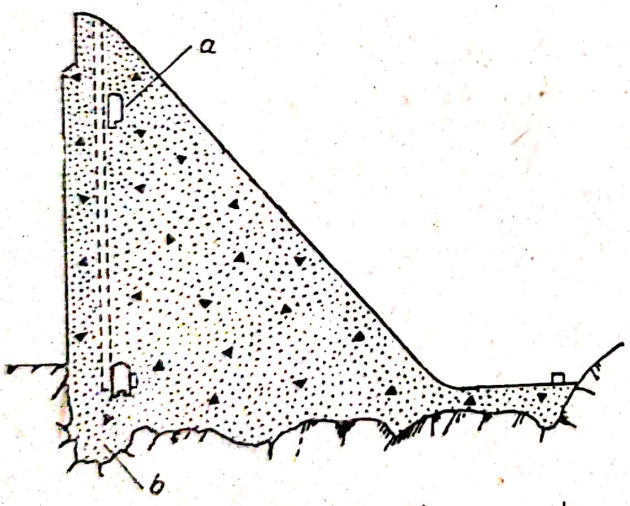


Fig. 87. Fundații cu pinten amonte : *a* — galerie de vizitare ; *b* — pinten.

Uneori, pentru oprirea infiltrațiilor, cînd ele se produc pe o grosime mică, se prevede un pinten la paramentul amonte (fig. 87), ce poate înlocui voalurile frontale (din paramentul amonte) ; voalurile frontale se execută pe adîncimi de la jumătate pînă la o dată înălțimea barajului.

Pentru a se evita fisurarea betoanelor, se înlătură proeminențele stîncoase, care favorizează fenomenul prin discontinuitatea ce o produc.

Scanned with OKEN Scanner

Turnarea ploturilor se face începînd din vale spre versanți, pentru a se preveni alunecarea spre vale a celor turnate pe versanți ; procedînd astfel, se asigură stabilitatea ploturilor de la cote superioare. Turnarea ploturilor pe versanți se execută anterior celor din vale, atunci cînd de construcția lor este legată asigurarea stabilității terenurilor în legătură cu executarea unor lucrări anexe. Turnarea betonului, în cazul în care versantul nu prezintă condiții sigure de stabilitate, se face prin galerii, puțuri sau prin metode combinate.

Excavațiile se execută în două faze :

1. Excavațiile grosiere se încep de la partea superioară spre talveg și în adîncime ; ele se pot efectua cu încărcătură de dinamită normală, conform prevederilor din proiectul de execuție, iar în apropierea cotei de fundație, cantitatea de exploziv se diminuează. Finisajul se execută numai în momentul în care se poate turna betonul, pentru a feri roca din fundație de alterare și fisurare ; prin finisaj se sapă ultimul orizont cu grosimi de 1,0—1,50 m, cu încărcături de 100 g și apoi 50 g exploziv.

După terminarea excavațiilor, suprafața se pregătește pentru betonare prin curățare foarte atentă. Zonele alterate se adîncesc local pînă la roca sănătoasă, iar fragmentele de roci sînt îndepărtate. Apoi suprafața se spală cu un jet de apă la o presiune de 4 atm, și apă cu aer la aceeași presiune, pînă cînd apa de spălare curge curată ; după aceea, suprafața se curăță cu perii metalice și cu un jet de aer comprimat la 4 atm.

Rocile ce se alterează în contact cu agenții externi, se sapă pe porțiuni reduse, ca să nu rămînă descoperite un timp îndelungat, pînă la turnarea betonului. Înainte de turnarea betonului se plombează fisurile și faliile. Dacă fisurația este accentuată, se execută injecții de cimentare, așa cum s-a arătat anterior. Dacă roca este suficient de rezistentă și nefisurată, se execută numai injecții de legătură.

În cazul unui *baraj de greutate din beton,* dacă betonul s-ar turna continuu de pe un versant pe celălalt, corpul lui ar fi solicitat de eforturile de contractare a betonului, de variația temperaturii și de tasările inegale, și s-ar fisura. Pentru prevenirea acestei situații, barajul se toarnă în ploturi executate alternativ, la intervale de timp, prevăzîndu-se între ele rosturi transversale, ce permit ploturilor să se deformeze liber, independent unul de celălalt. Distanța dintre rosturi este determinată de înălțimea barajului ; cu cît barajul este mai înalt, cu atît distanța dintre ele este mai mare. Rosturile se execută pe toată înălțimea barajului, de la coronament la suprafața de fundație.

Scanned with OKEN Scanner

În corpul barajului, turnarea betoanelor se face zonat :

— în paramentul amonte se toarnă betoane impermeabile ;

— în paramentul aval se toarnă betoane rezistente la agenții atmosferici ;

— la partea inferioară se toarnă betoane de mărci superioare ;

— la partea superioară se toarnă betoane de mărci inferioare ;

— în corpul barajului se toarnă betoane cu rezistențe mecanice finale mari, durabilitate și termicitate scăzute, spre a nu se fisura.

Sub acțiunea presiunii hidrostatice, apele reținute au tendința să se infiltreze prin corpul barajului spre aval ; apele infiltrate au acțiune dăunătoare asupra betonului. Pentru evitarea degradării betonului (coroziune, dizolvare, crearea de presiuni în pori) se prevăd, în apropierea paramentului amonte, rețele de tuburi poroase, care drenează și evacuează apele infiltrate.

În corpul barajului se mai prevăd galerii și puțuri de vizitare, ce au drept scop :

— supravegherea rețelelor de drenaj și evacuarea apelor de infiltrație ;

— supravegherea și întreținerea rosturilor de etanșare ;

— observarea comportării betoanelor și stabilirea gradului de fisurație ;

— întreținerea voalurilor de etanșare prin executarea de lucrări suplimentare ;

— instalarea aparatelor de măsurat, pentru cunoașterea modului de comportare a barajului. Unele din aparate se introduc în corpul barajului o dată cu turnarea betonului.

Aparatura folosită constă din :

— coordiscop-pendul, pentru verificarea stabilității barajului ;

— telepresmetre, pentru măsurarea presiunilor din corpul barajului ;

— teletermetre, pentru măsurarea temperaturilor din corpul barajului ;

— teleformetre, pentru măsurarea deformațiilor din corpul barajului ;

— hidrometre, pentru măsurarea subpresiunilor din corpul barajului ;

— dilatometre, pentru măsurarea deschiderii rosturilor.

Toate aceste aparate se prevăd la 5—6 m interior de paramentul amonte, la circa 25—30 m distanță între ele.

Galeria inferioară din corpul unui baraj urmărește de obicei fundația barajului și se execută cu dimensiuni mari (4,50 m), pentru a permite efectuarea operațiilor de injectare a voalului de etan-

Scanned with OKEN Scanner

șare, cînd acesta se execută după ce s-a început turnarea betonului sau pentru operații suplimentare de cimentare în timpul exploatării.

Tipul de baraj descris reprezintă un baraj de greutate din beton. Acest tip de baraj prezintă avantajul de a putea fi construit în văi de orice formă și în condiții geologice mai puțin favorabile decît alte tipuri de baraje de beton.

Barajele în arc se construiesc în condițiile unui teren de fundație foarte bun, deoarece ele transmit terenului sarcini mari. Rocile din amplasament trebuie să aibă proprietăți fizico-mecanice optime ; să fie omogene, rezistente la acțiunea agenților externi, nedeformabile sub sarcină, impermeabile și să nu se altereze în contact cu apa. Aceste calități le au rocile stîncoase hidrostabile.

În condițiile tehnicii actuale, unele proprietăți mai puțin favorabile ale rocilor din amplasament pot să fie îmbunătățite prin lucrări de consolidare și injectare.

La alegerea unui amplasament pentru un baraj în arc, sau la stabilirea tipului de baraj în arc pentru un amplasament ales, este necesar să se precizeze stabilitatea versanților și proprietățile fizico-mecanice ale rocilor ; aceste date se obțin din lucrările de explorare executate.

Din punct de vedere morfologic, barajele în arc se realizează în văile în formă de chei.

Pentru realizarea unui baraj în arc, nu este nevoie ca valea să fie simetrică ; țancurile se pot înlătura prin excavații, iar deschiderile mai mari de la cota superioară sînt completate prin culee masive.

Comportarea statică a barajului este cu atît mai bună cu cît arcele componente ale barajului se încastrează după unghiuri mai apropiate de 90° ; chiar dacă intersecția barajului cu versantul se realizează după un unghi ascuțit, fundațiile pot fi executate astfel încît să asigure o cît mai bună legătură cu terenul.

Barajele cu contraforturi se pot executa în orice tip de văi ; economicitatea lor crește cu lărgimea văii, pentru aceeași înălțime de baraj. Ele sînt mai puțin recomandabile la văile cu versanți puternic înclinați.

Terenul de fundație trebuie să aibă calități corespunzătoare gradului de evidare al barajului ; cu cît crește evidarea, cu atît terenul trebuie să aibă calități mai bune.

Barajele cu contraforturi au proprietatea de a suporta deformații și tasări diferite, deoarece sînt constituite din elemente juxtapuse independente ; fiind mai puțin sensibile la cutremure, sînt indicate pentru regiuni seismice.

Scanned with OKEN Scanner

Barajul V. I. Lenin de la Bicaz, pe rîul Bistrița, este baraj de greutate din beton, avînd o înălțime de 127 m și o acumulare de 1230 mil. m³ apă. Este constituit din 30 blocuri și evacuează 2430 m³/s.

S-au săpat 728 000 m³ în aluviuni și deluvii și 585 000 m³ în roca de bază, turnîndu-se 1 625 000 m³ beton.

Terenul de fundație este constituit din formațiuni cunoscute sub numele de gresia de Tarcău (alternanță de marne și gresii, în care predomină gresiile).

Stilul tectonic major a avut influență asupra zonei amplasamentului de baraj, care se prezintă puternic fracturat; frecvența faliilor crește din versantul stîng spre versantul drept. Situația întîlnită la acest baraj arată că cercetările geologice nu se opresc o dată cu predarea studiului pentru execuție, ci trebuie să fie continuate și în timpul execuției. Soluțiile privind fundarea și lucrările de cimentare nu pot fi definitivate decît după deschiderea săpă-

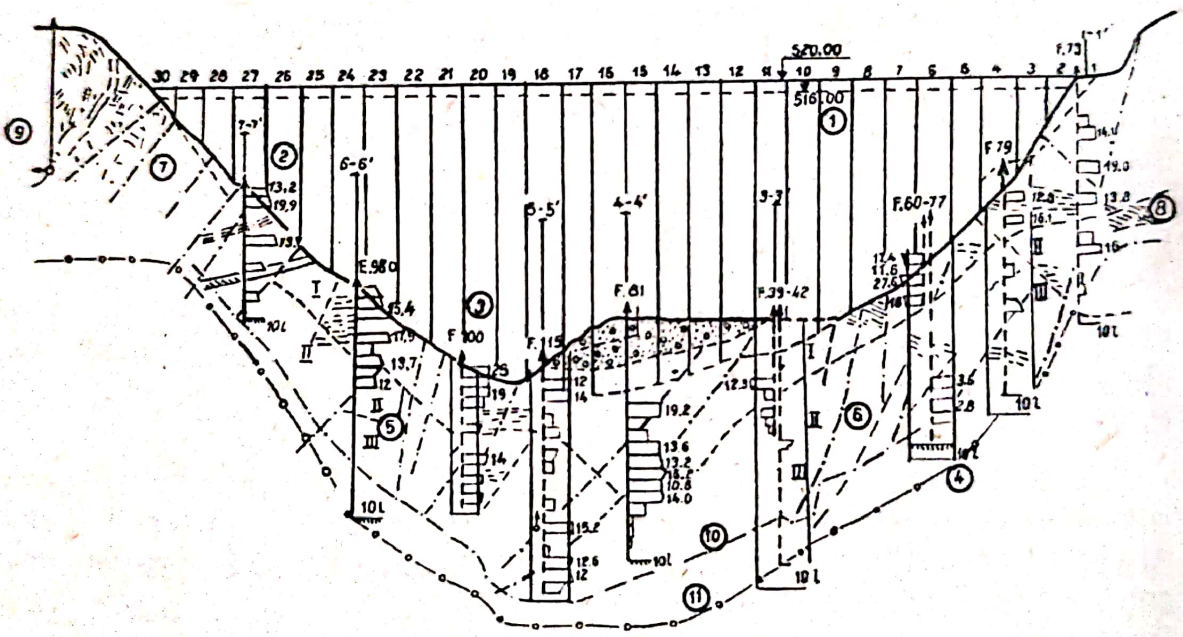


Fig. 88. Profil hidrogeologic în zona barajului V. I. Lenin Bicaz:

1 – nivelul maxim al retenției; *2* – foraje de explorare cu încercări de permeabilitate; *3* – foraj de explorare proiectat de profil; *4* – distribuția specifică a apei (în l/m/min); *5* – *I, II, III,* zone cu permeabilitate descrescîndă; *6* – falii principale și secundare; *7* – gresii în strate cu grosimi variabile; *8* – șisturi argiloase; *9* – zona frămîntată la limita eocen inf./eocen mediu; *10* – adîncimea prevăzută a voalului; *11* – adîncimea forajelor de explorare a voalului.

turilor pînă la cota de fundație, unde se constată condițiile de zăcămînt ale rocilor. Acest exemplu arată necesitatea studiilor de microtectonică pentru zona amplasamentului de baraj, punînd în evidență faptul că tectonica este mult mai complicată decît o arată deschiderile naturale.

Scanned with OKEN Scanner

În zonele tectonizate s-au constatat pierderi mari prin infiltrații. Pentru determinarea condițiilor hidrogeologice au fost executate foraje pe trei profile transversale prin care s-au pus în evidență trei zone de permeabilitate (rezultatele fiind date pentru o presiune de 10 at) (fig. 88):

— zona superioară între 25 și 55 m, cu absorbție specifică 11 l/m/min ;

— zona medie între 55 și 90 m, cu absorbție specifică 44 l/m/min ;

— zona inferioară sub 90 m, cu absorbție specifică 1 l/m/min.

Acest fapt arată că, spre suprafață, au acționat și alți factori asupra rocilor, în afara factorului tectonic.

Pentru îmbunătățirea terenului de fundație s-au făcut injecții de consolidare în 2—3 etape, pînă la obținerea unor pierderi de 0,6 l/m/min, distanța dintre foraje fiind 3—5 m, realizîndu-se un consum de ciment de 83 kg/m² de fundație.

F. LUCRĂRI DE CERCETARE

Importanța construcției, investițiile mari ce le reclamă și pericolul ce-l prezintă în caz de avarie, impun efectuarea unor studii de teren foarte amănunțite, pentru amplasamentele de baraje.

Marea diversitate a condițiilor geologice pe care le oferă terenul nu permite stabilirea unor norme fixe de executare a lucrărilor de cercetare pe teren. Fiecare baraj se construiește în condiții geologice deosebite, fiecare baraj este o lucrare în condiții noi și constituie o nouă experiență.

Deși problemele principale rămîn aceleași, programul de cercetări și volumul lui variază de la caz la caz. Metodele de cercetare pe teren trebuie să fie complete, iar rezultatele obținute să fie corelate și interpretate într-o ipoteză unitară de lucru.

Metodologia cercetărilor este determinată de scopul și de tipul de baraj ales. Pentru barajele executate numai în scopul atenuării viiturilor, problema principală este asigurarea stabilității. Pentru barajele ce creează retenții permanente, se va avea în vedere stabilitatea construcției și combaterea infiltrațiilor. La barajele în arc, versanții se vor studia mai detaliat decît la barajele de greutate.

Cercetările prin lucrări de explorare din prima fază se completează prin prospecțiuni geofizice. Rezultatele obținute dintr-o fază de studiu condiționează și determină necesitatea lucrărilor de explorare din faza următoare. Lucrările de explorare pot continua, pentru anumite obiective, chiar după începerea execuției.

Scanned with OKEN Scanner

Stabilirea programului de cercetări este o problemă foarte importantă și de răspundere. De aceea, programul de lucru propus trebuie să fie avizat de organele competente ale unității de execuție a studiului.

În principal, lucrările de explorare au drept scop lămurirea următoarelor probleme :

— natura terenului de fundație și adîncimea de fundație ;

— stabilitatea terenului în zona amplasamentului barajului și pe traseul conductelor ;

— relațiile dintre stilul tectonic al amplasamentului și construcție ;

— determinarea proprietăților fizico-mecanice ale rocilor din amplasamentul barajului și construcțiilor anexe ;

— condițiile hidrogeologice ale amplasamentului și lacului de acumulare și influența creării lacului asupra regimului hidrogeologic regional ;

— prognoza proceselor geologice dinamice externe, în funcție de noile condiții create prin realizarea barajului și a lacului ;

— măsurile recomandate pentru îmbunătățirea terenului de fundație, combaterea pierderilor de apă prin infiltrații, reducerea subpresiunilor, oprirea deplasărilor de teren, modul și ordinea de executare a lucrărilor, în funcție de condițiile geologice ;

— materialele de construcție locale și regionale ;

— bogățiile miniere din zona ce va fi inundată.

Pentru obținerea datelor necesare se execută cartări geologice, foraje manuale sau mecanice (sondeze), lucrări miniere de suprafață și adîncime, încercări experimentale (determinarea coeficientului de frecare rocă-beton, compresibilitate etc.), determinarea absorbției specifice, grupuri de injectare experimentale, prospecțiuni geofizice.

Din lucrările executate se extrag probe, care se analizează în laborator, pentru determinarea proprietăților fizico-mecanice. Rezultatele încercărilor de laborator trebuie să fie privite cu rezerva cuvenită și să fie comparate cu rezultatele obținute din încercările efectuate pe teren (compresibilitate, permeabilitate etc.).

G. INTOCMIREA REFERATULUI

Problemele studiate în cadrul cercetărilor ce se efectuează în legătură cu construcția unui sistem hidrotehnic sînt variate și există pericolul repetării inutile a unor date sau a tratării inegale a diferitelor probleme. Pentru evitarea acestei situații, studiul va cuprinde două părți (vezi anexa 5) :

Scanned with OKEN Scanner

1) partea generală, în care se fac considerații de ordin general asupra regiunii (orohidrografie, condiții geologice, condiții hidrogeologice, procese geologice dinamice, geomorfologie);

2) partea specială, în care se face descrierea detaliată a părților componente ale sistemului hidrotehnic (așa cum s-a arătat anterior), iar concluziile se vor arăta conform celor menționate.

Pentru construcțiile anexe, referatele se vor întocmi așa cum se arată la capitolele respective (tuneluri, drumuri etc.).

Materialul grafic ce ilustrează textul trebuie să fie suficient pentru arătarea situațiilor puse în evidență prin lucrările de cercetare efectuate. În acest sens se prezintă :

— harta orohidrografică ;
— harta geologică ;
— harta geomorfologică ;
— planul amplasamentelor lucrărilor, cu consemnarea constituției petrografice ;
— planuri (hărți structurale) cu izobate și izopahite pentru diferite formațiuni ce interesează construcția ;
— un plan (hartă structurală) tectonic cu marcarea cîmpului de fisurație ;
— planuri structurale întocmite pe baza rezultatelor prospecțiunilor geofizice ;
— harta materialelor de construcție ;
— un plan (hartă) al lucrărilor de explorare efectuate ;
— un plan (hartă) pe care se consemnează punctele hidrogeologice de observație ;
— profile geologice prin variantele de amplasament propuse, cu consemnarea nivelelor de apă ;
— profilul geologic longitudinal al văii, cu consemnarea nivelelor de apă ;
— profilele traseelor de aducțiune, galerii, conducte forțate ;
— profilele hidrogeologice ale variantelor amplasamentului, cu consemnarea zonelor de permeabilitate ;
— profilul grupului experimental pentru injectare ;
— un plan (hartă) al zonelor ce urmează a fi tratate, pentru consolidări sau impermeabilizări ;
— graficele încercărilor experimentale pe teren ;
— graficele încercărilor de laborator ;
— buletinele de analiză pentru ape ;
— buletinele de analiză pentru materiale de construcție ;
— graficele probelor de permeabilitate (absorbție specifică);
— graficele probelor de injectare ;
— profilele geologice unitare ale lucrărilor de explorare executate.

Scanned with OKEN Scanner

Cap. IX. ALIMENTĂRI CU APĂ

Alimentarea cu apă se realizează prin captarea apei din sursa naturală, îmbunătățirea calității apei, după necesitățile de consum (apă potabilă sau industrială), și transportul apei la locul de consum.

În acest capitol vor fi tratate probleme privind captarea apei și construcțiile anexe pentru transportul ei.

Alimentarea cu apă se poate face din surse subterane prin puțuri, drenuri, captarea izvoarelor sau din surse de suprafață (lacuri, rîuri). Uneori se folosesc surse mixte.

Transportul și distribuția apei se face gravitațional sau prin pompare, în funcție de cota punctului de distribuție față de captare.

Apa potabilă și cea folosită pentru fabricarea produselor alimentare trebuie să fie în conformitate cu prevederile STAS 1342-50. Apele industriale trebuie să satisfacă necesitățile legate de scopul în care sînt folosite.

Deoarece calitățile apei pot varia, mai ales la captările din ape de suprafață, este necesar să se asigure constanța proprietăților ei. În acest scop se prevăd stații de îmbunătățire a calității apei, conform necesităților de consum.

Verificarea calității apei se face prin determinarea proprietăților ei :

— proprietăți organoleptice — gust și miros ;

— proprietăți fizice : tulbureală, culoare, temperatură și conductivitate electrică ;

— proprietăți chimice : conținutul în gaze, substanțe minerale dizolvate, duritate, substanțe organice, reacția apei (pH);

— proprietăți bacteriologice : să nu conțină bacterii patogene sau cantități însemnate de bacterii.

Pentru alimentarea cu apă a unui centru populat, cantitatea de apă necesară se stabilește conform STAS 1343-58 pentru necesitățile gospodărești, publice, industriale, combatarea incendiilor și acoperirea pierderilor de apă (20% din cantitatea totală la punerea în funcțiune a sistemului de alimentare cu apă).

De asemenea, de la caz la caz, se au în vedere : gospodăriile agricole, stațiunile sau necesitățile balneo-climatice.

La stabilirea cantităților de apă, care trebuie avute în vedere la realizarea unei captări, trebuie să se țină seamă de necesitățile viitoare de apă ale curentului pentru care se face alimentarea, astfel : pentru centre populate 20—25 ani ; pentru industrie 15 ani.

Scanned with OKEN Scanner

Determinarea cantităților necesare, de apă potabilă, se face pe bază de calcule. În aceste calcule intră creșterea naturală și accidentală a locuitorilor. În funcție de rezultatele obținute, se dimensionează captarea și conducta de aducțiune, precum și instalațiile anexe.

Pentru apa industrială, cantitățile se stabilesc pe baza datelor rezultate din fluxul tehnologic al întreprinderii.

A. SURSE DE ALIMENTARE

Alegerea sursei de apă (subterană, sau de suprafață) este determinată de debitul necesar, calitatea apei, debitul sursei (debitul minim) și costul investițiilor și al exploatării.

Sursa de apă aleasă, instalațiile anexe și cele de distribuție a apei trebuie să asigure buna funcționare în tot timpul perioadei pentru care a fost prevăzută exploatarea.

În alegerea surselor, sînt de preferat apele subterane, care, în general, au debite constante, calități corespunzătoare constante, necesită construcții de captare nu prea complicate și permit o exploatare ieftină.

Apa de suprafață se ia în considerație în cazul în care sînt necesare debite mari. Ea necesită tratare nu numai pentru potabilitate (Baia Mare — captarea din Firiza) ci uneori și pentru scopuri industriale (Suceava).

În alegerea surselor se va da prioritate celor ce asigură aducerea apei prin gravitație, la locul de consum (STAS 1628-50).

Studiul general al surselor de alimentare cu apă se face de către hidrogeolog în colaborare cu un geolog, și cuprinde :

— prezentarea surselor din care este posibilă alimentarea cu apă ;

— prezentarea surselor actuale de alimentare cu apă ;

— indicații asupra apelor de adîncime, din forajele de adîncime executate în regiune ;

— caracterizarea fiecărei surse prin date care interesează alimentarea cu apă ;

— determinarea debitelor pentru diferite epoci, în legătură cu regimul precipitațiilor ;

— posibilități de acoperire a necesităților viitoare ;

— compararea surselor indicate, pe baza datelor de mai sus ;

— alegerea soluției.

Pentru fiecare sursă în parte, se dau date privind :

— constituția geologică a bazinului de alimentare al sursei ;

— suprafața bazinului hidrogeologic ;

— date privind cauzele ce determină variația debitului ;

Scanned with OKEN Scanner

— date privind cauzele ce determină variația calității ;
— analiza apei cu indicarea măsurilor de tratare.

Captările de apă vor fi protejate contra agenților externi care pot produce infectarea sursei. Zonele de protecție sanitară sînt reglementate prin H.C.M. 608/1952.

B. CAPTAREA APEI SUBTERANE

Izvoare naturale. Modul de apariție a izvoarelor, originea și debitul lor sînt determinate, în cea mai mare parte, de condițiile geologice ale bazinului hidrogeologic. De aceea, proiectarea captării se va face numai pe baza studiilor geologice și a măsurătorilor de debite, pe perioade mai îndelungate. Concomitent cu măsurătorile se iau și probe pentru analiză.

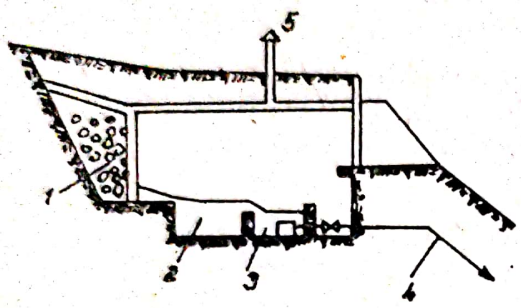


Fig. 89. Captarea unui izvor :
1 — filtru ; 2 — bazin de decantare ; 3 — prize de apă ; 4 — conductă de distribuție ; 5 — coș de aeraj.

Deoarece variațiile mari de debite ale izvoarelor (în special ale celor de carst) presupun legătura cu apele de suprafață, se consideră apte pentru captare izvoarele la care raportul $\frac{Q_{max}}{Q_{min}}$ este 5/8, iar variațiile de temperatură nu depășesc 2 °C. Modul de captare a unui izvor este arătat în figura 89.

Studiul general se completează cu date privind :
— proveniența izvoarelor și modul de alimentare ;
— caracterul permeabilității terenului ;
— stratul impermeabil din patul izvorului ;
— profilul zonei de apariție a izvorului, pentru determinarea punctului real de izvorîre ;
— precipitațiile atmosferice, modul în care influențează asupra calităților apei izvorului și durata de timp în care se resimte influența ;
— debitul izvorului în diferite epoci.

Pentru izvoarele de deversare, captarea trebuie să îndeplinească următoarele condiții :
— apa să pătrundă în camera de captare ; unul din pereții camerei fiind constituit din versantul din care apare izvorul, va fi curățat ;
— cînd apar mai multe izvoare, acestea să fie prinse printr-o captare drenantă. Drenul (fig. 90) se poate executa longitudinal

Scanned with OKEN Scanner

sau transversal pe pantă ; uneori poate fi înlocuit cu o galerie de captare vizibilă ;

— să existe posibilitatea vizitării galeriilor, pentru desfundarea barbacanelor din pereții galeriei, în cazul în care izvoarele depun săruri ;

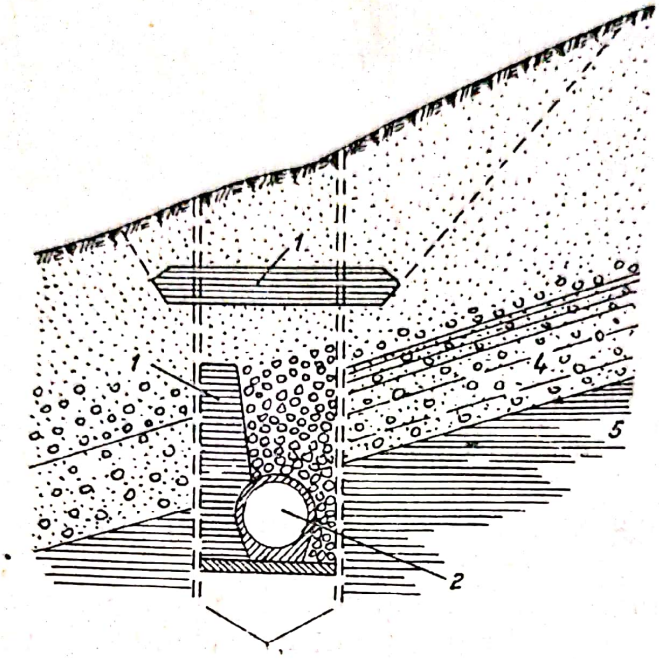


Fig. 90. Dren pentru captarea izvoarelor cu pantă mare :
1 — argilă compactată ; *2* — dren ; *3* — sprijiniri de etanșare ; *4* — teren permeabil ; *5* — teren impermeabil.

— să existe posibilitatea executării căminelor de control și revizie ;

— drenurile de captare să fie așezate pe stratul impermeabil din bază ;

— să se evite infiltrarea apelor de suprafață și pătrunderea rădăcinilor în rețeaua de drenare.

Pentru celelalte tipuri de izvoare se recomandă :

— curățarea terenului în punctul de apariție a apei și executarea unui puț de zidărie, cu fundul deschis și pereți etanși, pînă la stratul din care iese izvorul ;

— în cazul în care la cota fundului puțului se află nisip sau apa antrenează mîl, se va prevedea un filtru ;

— dacă apa vine lateral se execută o galerie (sau tranșee) prevăzută cu barbacane ;

— captările situate în lunci se vor pune la adăpost de inundații.

Scanned with OKEN Scanner

Construcția de captare este alcătuită dintr-un bazin, în care se colectează apa, și o cameră de decantare din care pleacă instalațiile de aducțiune a apei. Camera de captare va fi amenajată pentru a putea fi măsurate debitele captate (cu dispozitive de preaplin) și se va asigura ventilația ei (fig. 91).

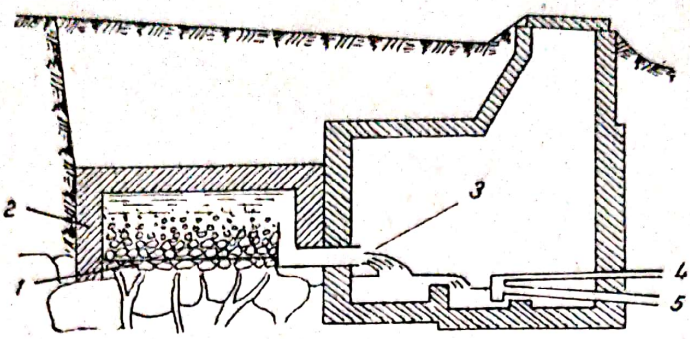


Fig. 91. Captarea unui izvor ascendent:
1 — filtru ; *2* — argilă ; *3* — deversor ; *4* — conductă de distribuție ; *5* — conductă de golire.

Priza se așază la nivelul terenului, în punctul de apariție a izvorului.

Lucrările pregătitoare, pentru îndepărtarea formațiunilor acoperitoare, se vor executa în timpul construcției. Proiectul de captare va fi adaptat la situația reală din teren, care se cunoaște numai după executarea săpăturilor. Săpăturile se vor executa manual ; folosirea explozivilor este interzisă, deoarece pe liniile de slabă rezistență, se pot forma fisuri prin care se poate pierde izvorul.

Pentru ca prinderea izvorului să se realizeze în bune condiții, este necesar să se respecte următoarele :

— amplasarea captării să se facă în punctul real de apariție ;

— prin lucrările executate și prin realizarea captării ca atare să nu se modifice regimul hidraulic și nici calitățile apei ;

— camera de captare să fie etanșă, bine ventilată, să nu permită contaminarea cu ape de suprafață și să permită accesul pentru control.

În general, la captarea unui izvor se iau în considerație numai debitele minime măsurate. Aceasta se bazează pe premiza că izvorul se exploatează la o singură cotă, independent de variațiile debitului de apă pe care le poate da (Q_{max}) și de condițiile hidrogeologice în care se găsește captarea. Așa cum s-a arătat, cota de captare este cota de apariție a izvorului. Dacă se urmărește mărirea debitului, se obișnuiește să se coboare cota de exploatare pînă la patul impermeabil (în cazul izvoarelor descendente). În situația nou creată se constată o creștere a debitului, dar numai pen-

tru un scurt timp, deoarece ea se produce pe seama rezervei statice a sursei de apă, care se află în bazinul subteran de compensare. Această rezervă statică nu se mai reface, deoarece noua cotă a scurgerii nu mai permite acest lucru. În acest fel se obține creșterea debitului maxim și micșorarea debitului minim.

Această situație duce la stricarea echilibrului hidraulic, ceea ce poate avea urmări grave.

La o creștere ulterioară a cantității de apă infiltrată în bazinul hidrogeologic al izvorului, rezerva statică nu se mai reface, apa trecînd numai prin bazin și scurgîndu-se spre noua cotă de apariție.

În mod obișnuit, dacă un izvor nu satisface necesitățile de apă prin debitul minim, se recurge la o sursă suplimentară. Această situație poate fi evitată prin exploatarea unei surse de apă la cote diferite, în funcție de debit și consum, adică prin exploatarea periodică — în perioadele de vîrf a rezervei statice, care ulterior se poate reface. În acest fel se realizează o regularizare artificială a izvorului determinată de :

— tipul de izvor (se exclud cele descendente);
— caracterul rocilor ;
— cota izvorului ;
— raportul $Q_{max} : Q_{min}$.

Pentru siguranța obținerii debitelor necesare, se efectuează calculul rezervei statice de apă, avîndu-se în vedere :

— caracterul izvorului ;
— tipul de izvor ;
— suprafața bazinului hidrogeologic S ;
— grosimea medie a rocilor ce permit înmagazinarea apei G ;
— volumul fisurilor (porilor) în raport cu volumul V de roci ce interesează (în general, în calcul se ia în considerație cel mai mic volum de goluri):

$$Q_{static} = S \cdot G \cdot V.$$

În cazul unei exploatări la cote diferite, se va examina și problema tulburării apelor, ca urmare a schimbării nivelului apelor subterane, care determină schimbarea limitei dintre zona de oxidație și zona de cimentație.

Crearea unei exploatări la o cotă mai scăzută conduce la mărirea gradientului hidraulic, care poate determina viteze critice de antrenare a materialului. În același timp se realizează o scădere a presiunii și debitului captării de la cota superioară.

La executarea unei asemenea captări trebuie să se aibă în vedere că fiecare izvor constituie un caz aparte și trebuie studiat

Scanned with OKEN Scanner

în mod deosebit de alte izvoare, față de care pare să aibă anumite caractere comune.

În cadrul studiilor ce se execută pentru alimentarea cu apă din carst se vor avea în vedere următoarele :

— în rocile ce prezintă fenomene de carst nu se poate vorbi de un nivel constant al apelor subterane ;

— calcarul este impermeabil în mic, dar permeabil în mare ;

— apele carstice apar la zi nu numai sub formă de izvoare ci se pot scurge prin deluvii sau aluviuni ;

— poziția masivelor calcaroase față de structogen determină direcția principală de scurgere a apelor : liniară (spre piemont așa cum este în zona Runcu-Tismana-Orlea), bilaterală (Piatra Craiului-Bucegi), sau circulară (Postăvarul);

— formarea rețelei hidrocarstice este determinată de procese deosebite de cele de la suprafață ;

— cursurile de apă de suprafață au tendința de a-și scurta drumul, pentru atingerea mai repede a profilului de echilibru, ceea ce este în avantajul cursului subteran ; acest fapt arată că cele mai sigure captări de apă din carst sînt cele care se efectuează la cota nivelului de bază local ;

— în general nu se cunoaște proveniența cursurilor subterane de apă.

Ținînd seamă de aceste considerente, la studiul izvoarelor de carst, trebuie efectuate următoarele lucrări :

a) delimitarea bazinului hidrogeologic și a structurii lui (suprafața de extindere a calcarelor, grosimea lor, stilul tectonic);

b) în măsura posibilităților se va arăta geneza, vîrsta și evoluția carstului din regiune ;

c) descrierea circulației apelor subterane din carstul regional prin observarea cursurilor actuale, sau observații asupra activității apei în golurile carstice ;

d) determinarea sursei de apă din carst (precipitații, pierderi din rîuri, mixtă) și a regimului apei din carst (infiltrație-scurgere sau infiltrație-acumulare);

e) determinarea hidromodulului scurgerii carstice (raportul dintre cantitatea de precipitații căzute sau de pierderi din rîuri pe suprafața calcarelor și debitul modul al izvoarelor de carst cunoscute);

f) cît de lungă este perioada în care (uneori) se resimte, în debitul izvorului, deficitul sau abundența de precipitații ;

g) arătarea cauzelor care determină presiunea apelor de carst ;

Scanned with OKEN Scanner

h) posibilitatea remanierii hidrografice carstice prin fenomene de captare subterană și importanța ei pentru lucrarea ce se execută.

Exploatarea prin foraje. Studiile pentru alimentarea cu apă din subteran se fac prin foraje în conformitate cu STAS 1628-50.

Locurile alese pentru executarea forajelor sînt justificate pe baza cercetărilor geologice, hidrogeologice și geofizice anterioare sau executate special în acest scop. Este greșit să se execute foraje pentru alimentare cu apă fără o motivare suficientă a alegerii amplasamentului.

Modul de executare a forajelor este determinat de constituția petrografică a rocilor ce vor fi săpate (tăria rocilor), adîncimea pînă la care se va executa și diametrul coloanelor ce vor fi introduse spre a servi la exploatare.

În cazul în care în cursul săpării puțului se întîlnesc mai multe strate acvifere, ele se izolează și se studiază fiecare în parte. Pe măsură ce se sapă, stratul studiat se închide.

Pentru exploatare se reține stratul care corespunde din toate punctele de vedere: debit, calitate, temperatură, pericol minim de înnisipare.

În vederea stabilirii debitului puțului se efectuează pompări. Pomparea se face pînă se ajunge la un regim stabil, suficient pentru a caracteriza orizontul acvifer. În același timp, se iau probe de apă pentru determinarea caracteristicilor fizico-chimice și bacteriologice ale apei.

Pentru determinarea distanței minime la care trebuie așezate puțurile de exploatare unul de celălalt, înainte de efectuarea pompării, se forează puțuri de observație (satelit) — cel puțin două — la distanțe ce variază între 5 și 10 m și 20—30 m de forajul principal. În timpul pompărilor din puțul principal, se face citirea nivelului apelor subterane în aceste puțuri (în același strat) pentru a se determina raza de influență a puțului central. De asemenea, se va observa dacă apa nu antrenează nisip, ceea ce arată că s-a depășit viteza critică de curgere a apei; pomparea trebuie să se facă cu debitul la care apa nu antrenează nisip.

Din datele obținute prin lucrările de foraj și pompare se determină caracteristicile stratului acvifer:

— viteza apei subterane;
— viteza de filtrare;
— viteza medie reală;
— panta curentului subteran;
— hidroizohipsele stratului;
— coeficientul de permeabilitate, K;
— debitul stratului.

Scanned with OKEN Scanner

Captările verticale se realizează cu ajutorul puțurilor săpate sau forate (fig. 92).

Puțurile săpate se folosesc în cazul în care stratul acvifer cu nivel liber are grosimi mici și se găsește la mai puțin de 20 m adîncime. Diametrul lor nu este mai mic de 0,80 m. Aceste puțuri se execută independent de granulația rocii din stratul acvifer, intrarea apei în puț fiind asigurată de existența barbacanelor ce au suprafață mare, iar antrenarea materialului fin fiind împiedicată de filtrul din spatele puțului.

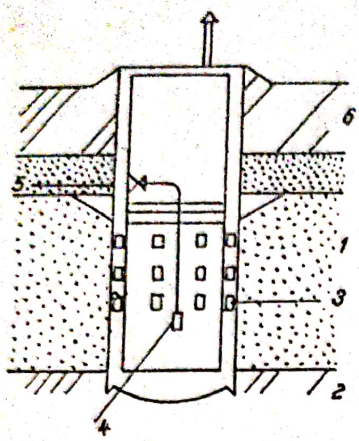


Fig. 92. Captare verticală prin puț, prevăzut cu barbacane:
1 — teren permeabil ; *2* — teren impermeabil ; *3* — barbacane ; *4* — sorb ; *5* — spre puțul colector ; *6* — argilă compactată.

Pentru asigurarea debitelor necesare se construiesc mai multe puțuri, deoarece un singur puț furnizează de obicei debite mici, sub necesitățile de consum.

Captarea apei se realizează prin fundul puțului (fig. 93) prin pereți, sau mixt se prevăd barbacane pe toată grosimea stratului acvifer (v. fig. 92).

Puțurile forate se fac pentru captarea apelor situate la orice adîncime. Acestea prezintă avantajul că pot capta apele din strate de grosime mare, cele arteziene, precum și selectiv (numai stratele ce interesează). Pentru stratele constituite din roci cu granulație fină, puțurile forate vor fi dotate cu filtre corespunzătoare granulației stratului (fig. 94).

În rocile stîncoase fisurate, puțurile cu filtre se folosesc mai rar ; de asemenea în cazul apelor arteziene, care provoacă greutăți de construcție se folosesc puțuri fără filtru.

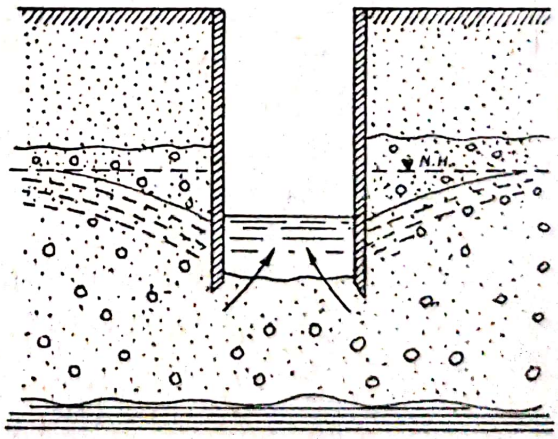


Fig. 93. Captare verticală prin radier.

Puțurile cu filtre se folosesc în roci poroase.

Se deosebesc următoarele tipuri de puțuri cu filtre :
— puțuri cu filtre în prelungirea tuburilor de protecție ;
— puțuri cu filtru detașabil ;
— puțuri cu filtru din pietriș.

Scanned with OKEN Scanner

Materialul folosit pentru filtre trebuie să fie rezistent la acțiunea de coroziune a apelor subterane.

În cazul în care un singur puț nu asigură debitul necesar se vor săpa o serie de puțuri (fig. 95) la distanțe determinate prin lucrările de explorare și încercări experimentale efectuate anterior.

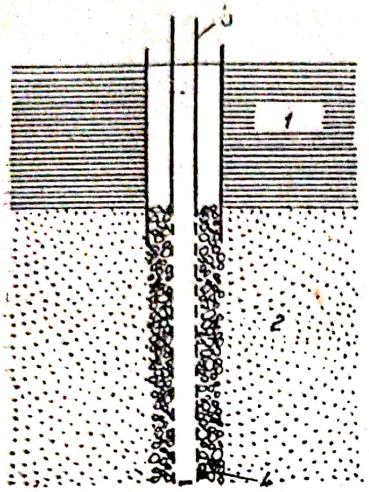


Fig. 94. Secțiune printr-un puț cu filtru :

1 — strat semipermeabil ; *2* — strat acvifer ; *3* — coloană ; *4* — filtru ; *5* — pietriș.

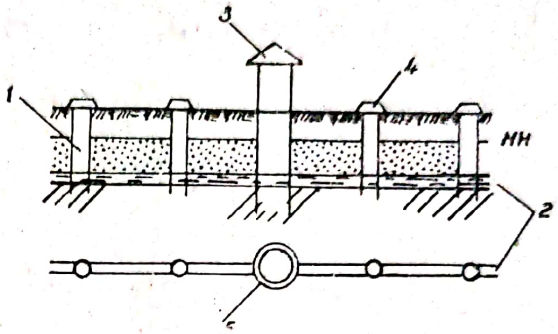


Fig. 95. Captare orizontală prin mai multe puțuri :

1 — puțuri de captare ; *2* — dren sau galerie ; *3* — puț colector ; *4* — cămin de vizitare ; *5* — conducta de distribuție.

Captările orizontale se efectuează prin drenuri și galerii. Drenurile se folosesc pentru stratele acvifere cu grosime mică și debit mic, iar galeriile pentru stratele acvifere cu presiune mare și debit mare.

Captările orizontale se execută liniar și radiar.

Captările orizontale liniare asigură folosirea în mare măsură a debitului apelor subterane și prinderea aparițiilor izolate, avînd și rol de conductă pentru apa colectată. Ele nu se folosesc în următoarele situații :

— cînd apele subterane au caracter ascendent ;

— cînd grosimea stratului acvifer este mai mare de 3 m, iar patul impermeabil se află la adîncime mai mare de 7 m ;

— cînd debitul apelor subterane împiedică desfășurarea lucrărilor la o grosime minimă de 2 m a stratului acvifer ;

— cînd suprafața patului impermeabil este neregulată.

Drenurile radiale se folosesc cu succes la înlocuirea captărilor prin puțuri verticale, a căror execuție și întreținere ar necesita cheltuieli mai mari și zone de protecție mari. Apa din drenurile radiale este adunată într-un puț colector, de unde este distribuită.

Pentru realizarea unei exploatări optime, prin drenuri orizontale, alegerea soluției trebuie să fie fundamentată de studiile

Scanned with OKEN Scanner

efectuate conform STAS 1628-50. Pentru a se evita pierderile de sub ele, drenurile se vor așeza pe patul impermeabil. Ele se pot așeza și deasupra stratului impermeabil, numai dacă observațiile în timp arată că la apele cele mai mici, nivelul apelor subterane nu coboară sub o anumită cotă, pentru a lăsa drenul în uscat. În peretele amonte al drenului sau galeriei (fig. 96), se prevede un număr suficient de barbacane pentru obținerea debitului nece-

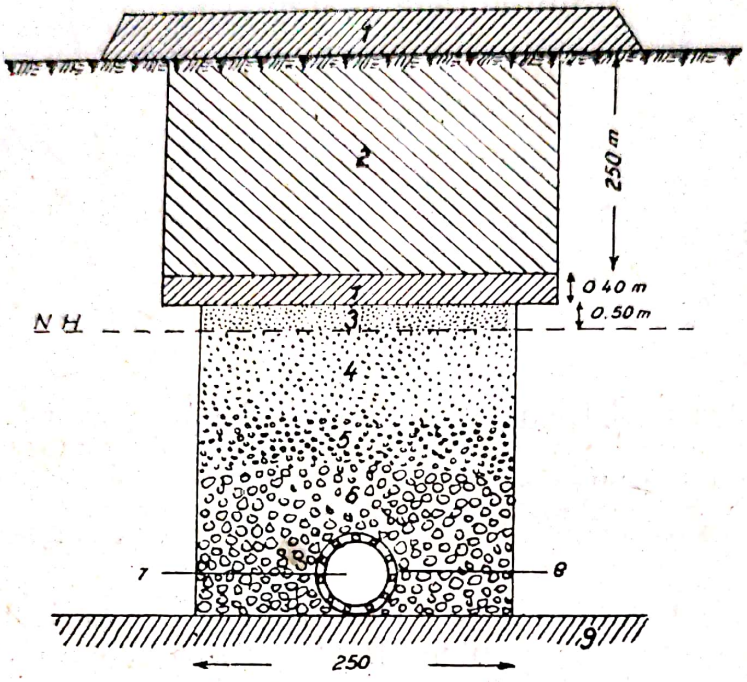


Fig. 96. Galerie de drenaj:
1 — argilă ; *2* — umplutură de pământ ; *3* — nisip fin ; *4* — nisip grosier ; *5* — pietriș mărunt ; *6* — pietriș mare ; *7* — galerie ; *8* — barbacane ; *9* — strat impermeabil.

sar ; cînd panta de scurgere este redusă, iar grosimea stratului acvifer este suficient de mare, se pot prevedea barbacane pe ambele părți ale drenului (fig. 92).

Pentru apele subterane din lunca unui rîu, se vor avea în vedere următoarele situații :

— În luncile rîurilor, este posibil să existe vechi cursuri de apă (îngropate sub aluviuni), care să aibă rol de dren natural pentru apa cantonată în aluviuni și care au apă chiar în perioadele de secetă, cînd nivelul apelor este scăzut.

— La amplasarea drenurilor în albia majoră, se va ține seamă de cota la care apare fundamentul impermeabil față de cota minimă a apelor rîului, spre a se evita rămînerea drenului pe uscat.

Scanned with OKEN Scanner

— Depunerile aluvionare au în general o stratificație încrucișată; de aceea, curbele granulometrice determinate pe baza materialului extras din foraje au valori indicative.

— Suprafața stratului impermeabil reprezintă o suprafață de eroziune și poate prezenta neregularități.

— În cazul unei văi consecvente cu fundament constituit din alternanță de roci argiloase și roci nisipoase, este posibil ca zonele nisipoase să fie mai puțin eficace, din cauza pierderilor prin infiltrație în nisipuri.

— Conurile de dejecție reprezintă zone favorabile pentru captări (fig. 97).

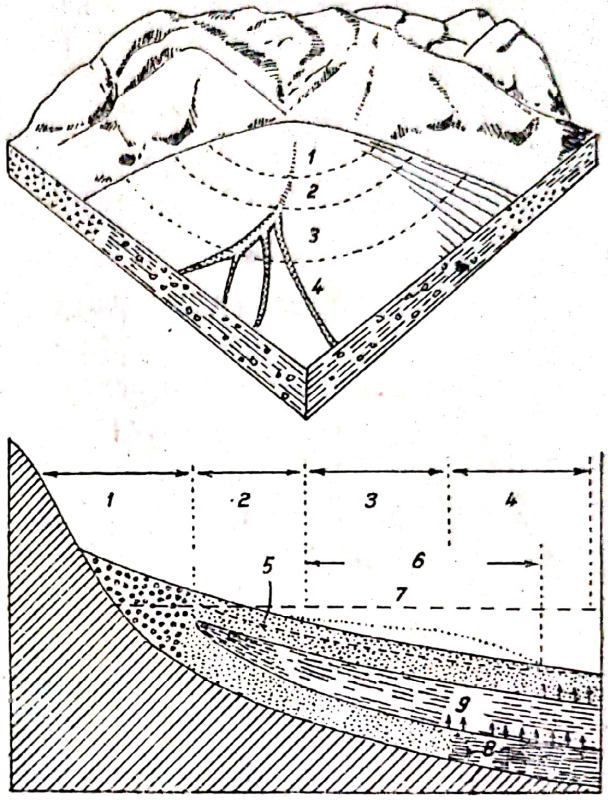


Fig. 97. Structura hidrogeologică a unui con de dejecție:

1 — zona liberă de admisie; *2* — zonă superioară de conducere; *3* — zonă inferioară de conducere; *4* — zonă de descărcare; *5* — nivel hidrostatic liber; *6* — zonă cu presiune; *7* — nivel static teoretic; *8* — apă sub presiune; *9* — strat impermeabil.

Captările prin drenuri orizontale trebuie să fie ferite de contaminare cu ape de suprafață (deasupra drenurilor nu se execută lucrări de colectare a apelor de precipitație, pentru evitarea infiltrației în teren), și de variațiile de temperatură. De aceea, captările se realizează în afara centrelor populate și în amonte de ele.

În terenurile afectate de deplasări nu se execută drenuri de captare. În cazul în care zona de amplasare a drenurilor este inundabilă, se vor lua măsuri de apărare contra inundațiilor. De obicei, drenurile se amplasează la o distanță suficientă de rîu, în funcție de granulația materialului — pentru a se asigura atît debitul necesar cît și o bună filtrare a apei.

La amplasarea drenurilor, se va ține seamă de relațiile de alimentare dintre apa subterană din aluviuni și apa din cursul rîului.

Zona în care se amplasează drenurile nu trebuie să fie supusă eroziunii. În cazul cînd totuși se constată eroziuni, se vor lua măsuri de apărare.

Scanned with OKEN Scanner

În jurul drenurilor se prevăd filtre, iar deasupra se realizează un strat impermeabil de argilă. La suprafața terenului se efectuează amenajări pentru evitarea stagnării apelor.

Dacă debitul este redus, din cauza pantei de scurgere a apelor subterane, se studiază posibilitatea barării cursului (în aval de zona de drenare) pentru ridicarea nivelului, prin injectare, prin executarea unui perete din beton sau zidărie, sau prin batere de palplanșe.

Profilul longitudinal al captărilor orizontale se va calcula pentru asigurarea unei pante de scurgere cel puțin 1%, avînd în vedere sporirea debitului din amonte în aval.

C. CAPTAREA APELOR DE SUPRAFAȚĂ

Debitele apelor de suprafață sînt foarte variabile, dar cantitatea de apă ce o dau este mai mare decît cea din surse subterane.

La alegerea sursei de apă se va ține seamă și de debitul și nivelul minim ce se realizează o dată la 20 ani.

Pentru sursele de suprafață, studiul se completează cu următoarele date :

— suprafața bazinului de alimentare ;
— regimul de curgere la suprafața apelor ;
— datele medii la care începe înghețul și dezghețul ;
— caracterul navigabilității și lucrări hidrotehnice executate ;
— structura geologică a bazinului ;
— modul și punctele de evacuare a deșeurilor solide și lichide ;
— puterea de eroziune și transport la viitură ;
— turbiditatea apei și variația ei ;
— debit în suspensie ;
— analiza fizico-chimică și bacteriologică a apei.

În cazul în care sursa este un lac, se dau în plus date privind :

— capacitatea brută și utilă a lacului și alte date caracteristice (adîncimi, regim de exploatare etc.);
— analizele periodice.

Captarea din apele de suprafață se amplasează în amonte de centrele populate sau sursele de impurificare. Totdeauna, captarea se așază astfel încît să fie ferită de împotmolirile ce se produc pe malul convex, luîndu-se măsuri de apărare a malului pe care este amplasată captarea. În zona de amplasare, malul

Scanned with OKEN Scanner

nu trebuie să fie afectat de deplasări de teren, iar în albia rîului să nu se formeze gheață de fund. De asemenea, se evită (atît în amonte cît și în aval) confluențele de rîuri, din cauza depunerilor.

Adîncimea apei în dreptul prizei va fi de 1,5—3 m, sorbul fiind la 0,5—1,5 m de la fund și 1,0—1,5 m de la suprafața apei, considerîndu-se nivelul minim. Cînd aceste adîncimi nu sînt realizate se construiește un baraj care ridică nivelul apei.

În fig. 98 este reprezentată o priză de apă dintr-un rîu.

În anumite situații, se pot executa captări sub fundul albiei (Valea Spumoasă-Bușteni), dacă aceasta este constituită din roci stîncoase, din psefite sau psamite grosiere. Aceste captări se fac printr-un sorb sau un dren și au caracter provizoriu.

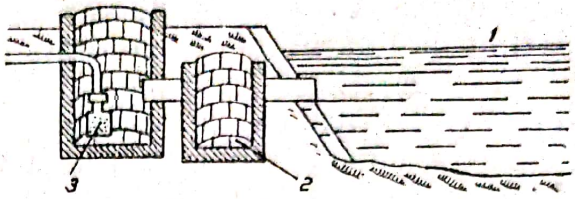


Fig. 98. Priză de apă din rîu:
1 — nivel la etaj; 2 — camera de desnisipare; 3 — camera sorbului.

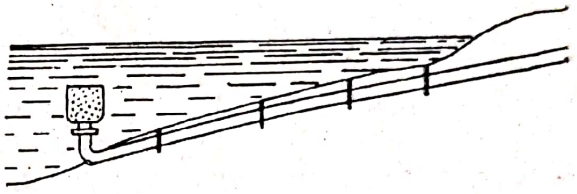


Fig. 99. Priză de apă din lac.

Pentru captarea apei din lacuri se respectă prevederile STAS 3574-52. Lacurile pentru captarea apei potabile trebuie să fie lacuri dulci, cu posibilitatea asigurării captării în condiții cît mai constante. În fig. 99 este reprezentată o priză de apă într-un lac.

După adîncimea maximă, lacurile se împart în trei categorii:

— categoria I cu o adîncime mai mare de 65 m;

— categoria II cu o adîncime cuprinsă între 10 și 65 m;

— categoria III cu o adîncime mai mică de 10 m.

Pentru captări de apă se vor evita lacurile în care:

— se scurg ape menajere și industriale;

— malurile sînt despădurite, nestabile sau favorizează eroziuni;

— valurile produc curenți și mișcări ale depunerilor de fund;

— predomină vînturi ce produc contaminarea apei;

— primesc afluenți ce transportă debit solid în cantități mari și apă de calitate necorespunzătoare;

— alimentarea este asigurată și de izvoare puternic mineralizate;

— evaporația este intensă, producînd creșterea durității;

— există plancton ce influențează negativ calitatea apei.

Scanned with OKEN Scanner

Dacă lacul are adîncime mai mică de 20 m, captarea se va realiza la punctul de adîncime maximă.

Instalațiile de captare din lacurile artificiale pot fi amplasate în corpul barajului sau independente de construcție.

D. CONSTRUCȚIILE ANEXE PENTRU TRANSPORTUL APEI

Rezervoarele sînt construcții monolit din beton armat, de formă circulară sau dreptunghiulară (în plan), avînd înălțimea de 4—6 m. Ele se îngroapă în pămînt pe circa 2/3 din înălțime (3—4 m), se înconjoară și se acoperă cu pămînt. Presiunea transmisă de rezervor pe talpa de fundație este sub 1 kgf/cm², iar variațiile acestei presiuni sînt de maximum 0,5 kgf/cm², după cum rezervorul se umple sau se golește.

Pentru caracterizarea unui amplasament de rezervor se dau date privind :

— stabilitatea generală a terenului în zona amplasamentului ;

— descrierea rocilor din amplasament ;

— măsuri speciale recomandate în cazul prezenței apelor subterane sau terenurilor macroporice ;

— adîncimea minimă de fundare, în funcție de adîncimea de îngheț ;

— uniformitatea terenului pe suprafața de fundație ;

— unghiul de frecare interioară, pentru calcularea împingerii pămîntului ; pentru rezervoarele dreptunghiulare se va da și greutatea volumetrică ;

— taluzurile ce se pot adopta pentru săpături fără sprijiniri.

Castelele de apă sînt rezervoare ridicate deasupra terenului și susținute pe turnuri din zidărie, beton, beton armat, schelete de beton armat sau oțel, ori combinate. Pentru fundațiile castelelor de apă pot fi folosite radiere generale, inele de fundații sau fundații izolate. Presiunile transmise de aceste construcții asupra terenului variază de la 2 la 4 kgf/cm² ; adîncimea minimă de fundare este de 2 m de la suprafața terenului.

Datele necesare proiectării sînt :

— stabilitatea generală a terenului în zona amplasamentului ;

— descrierea rocilor din amplasament ;

— adîncimea minimă de fundare, în funcție de adîncimea de îngheț ;

— presiunile admisibile la diferite adîncimi ;

Scanned with OKEN Scanner

— taluzurile ce se pot adopta pentru săpături fără sprijiniri ;

— seismicitatea regiunii ;

— recomandări privind sistemul de fundare.

Stațiile de epurare pentru apele uzate sînt construcții monolit, din beton sau beton armat, funcționînd pline cu apă ; în general ele sînt îngropate. Rezistențele pe fundație (pe radierul general) sînt sub 1 kgf/cm². Dacă există apă subterană, stațiile se construiesc în formă de chesoane deschise, coborîte cu epuismente. Adîncimea stațiilor variază între 5 și 9 m.

Pentru definitivarea proiectului de execuție sînt necesare următoarele date :

— stabilitatea generală a terenului în zona amplasamentului ;

— descrierea rocilor din amplasament ;

— afluxul de apă în săpătură ;

— taluzurile ce se pot adopta pentru săpături — fără sprijiniri ;

— unghiul de frecare interioară, pentru determinarea împingerii din peretele chesonului ;

— în cazul în care în teren nu există apă subterană, trebuie cunoscut unghiul de frecare al materialului săpat și reintrodus ca umplutură pe lîngă pereții stației.

Conductele de aducțiune pot fi din beton, beton armat, fontă, zidărie sau conducte Premo. Ele se îngroapă la o adîncime cuprinsă între 1,20 și 5 m și în orice caz sub adîncimea maximă de îngheț.

La întocmirea studiului unui traseu de conductă se dau următoarele elemente :

— stabilitatea generală a terenului pe traseul indicat de proiectant ;

— descrierea rocilor din lungul traseului, cu indicarea adîncimii apei subterane ;

— coeficientul de frecare interioară, pe tronsoane ;

— greutatea specifică a pămîntului ;

— măsuri speciale în cazul terenurilor macroporice ;

— recomandări pentru adîncimea de fundare și adîncimile de îngheț ;

— taluzurile ce se pot adopta pentru executarea săpăturilor fără sprijin .

În cazul în care amplasamentele sau traseele propuse pentru studiu nu prezintă condițiile cele mai favorabile pentru execuție sau exploatare, se vor face propuneri pentru noi amplasamente ; definitivarea unui amplasament este determinată în primul rînd de condițiile de stabilitate ale terenului.

Scanned with OKEN Scanner

Canalele navigabile sînt lucrări hidrotehnice construite și amenajate special pentru a permite plutirea sau navigația. Ele se execută prin săpare în întregime sub nivelul terenului, prin îndiguirea totală sau parțială a unei zone sau prin corectarea unui curs de apă ; uneori, ele se sapă în tunel.

Cînd panta terenului este prea mare și diferențele de cotă din lungul terenului canalului sînt prea mari, pentru a evita un volum prea mare de săpături sau o pantă hidraulică prea mare, canalele sînt împărțite în mai multe porțiuni, numite *biefuri*. Biefurile sînt separate prin *ecluze*, cu ajutorul cărora se menține în interiorul lor un nivel de apă orizontal și constant (apa din ecluză fiind adusă succesiv la nivelurile apei din două biefuri alăturate), pentru a permite trecerea navelor dintr-un bief în altul.

Traseul unui canal trebuie să fie pe cît se poate în aliniament ; în cazul în care el prezintă curburi, în zonele cu vizibilitate bună, raza de curbură trebuie să fie egală cu de șase ori lungimea celui mai lung vas care navighează, iar în zonele fără vizibilitate (deblee mari), raza nu trebuie să fie mai mică de 1000 m.

Secțiunea canalului se dimensionează pentru două fire de circulație. Adîncimea lui trebuie să fie egală cu pescajul celui mai mare tip de vas, plus rezerva pilotului.

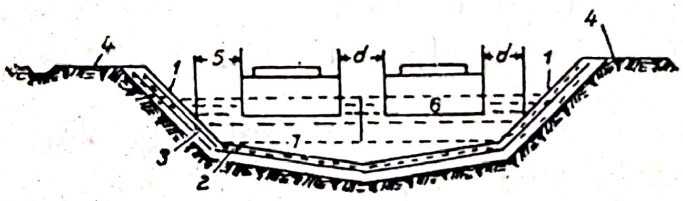


Fig. 100. Secțiune transversală a unui canal navigabil :

1 — apărare de mal ; *2* — strat de protecție ; *3* — strat de etanșare ; *4* — drum de halaj ; *5* — spațiu de siguranță ; *6* — pescajul vaselor ; *7* — rezerva pilotului.

În sectoarele în care nivelul apei este variabil și în zona de agitație a valurilor, taluzurile se protejează cu o îmbrăcăminte. Marginea taluzului trebuie să fie cu 0,5—1 m deasupra nivelului maxim al apei din canal, în funcție de înălțimea valurilor care se pot produce pe canal (fig. 100).

Nivelul mediu al apei din canal trebuie să se găsească sub nivelul hidrostatic, pentru a evita pierderile de apă din canal.

Scanned with OKEN Scanner

Diferența dintre aceste două nivele trebuie să fie de cel mult 0,5 m, pentru a evita coborîrea nivelului apei subterane prin scurgerea în canal a apei freatice, în cazul cînd terenul este permeabil. Pentru evitarea acestor pierderi, la o diferență de nivel mare, pereții canalului se acoperă cu un strat de etanșare gros de 0,8—1 m.

În lungul malurilor canalului se amenajează drumuri de halaj (vezi fig. 100) late de 3,5—4 m, situate la 3—4 m deasupra nivelului mediu al apei din canal.

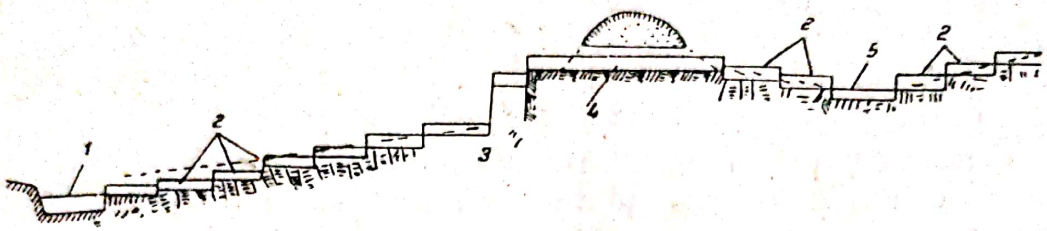


Fig. 101. Secțiune longitudinală printr-un canal navigabil:
1 — rîu ; *2* — biefuri ; *3* — echipă cu ascensor ; *4* — bief de partaj ; *5* — bief înfundat.

Pe lungime, canalul este împărțit prin trepte de cădere în biefuri (fig. 101). Se recomandă ca biefurile să fie cît mai lungi, numărul treptelor de cădere (ecluze) cît mai mici, iar treptele să fie pe cît se poate egale. Bieful cu înălțimea cea mai mare se numește *bief de partaj*. Profilele în lung se aleg evitîndu-se biefurile înfundate, care apar în punctele concave ale profilului longitudinal.

Ecluza este o construcție care realizează legătura dintre două suprafețe de apă cu nivele diferite, permițînd trecerea nave-

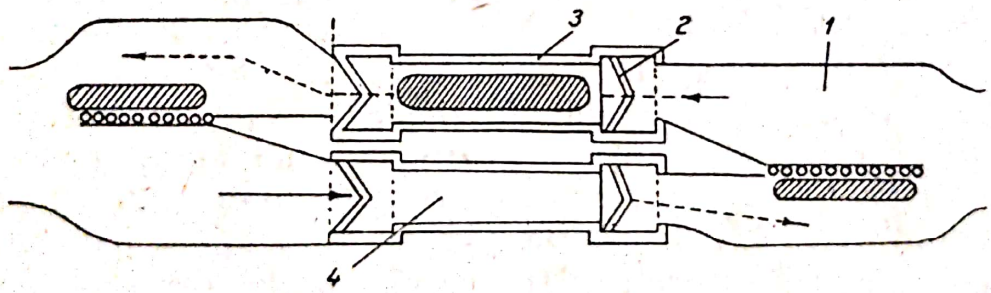


Fig. 102. Portul de așteptare și ecluze la un canal navigabil:
1 — port de așteptare ; *2* — porți ; *3* — bajoiere ; *4* — sas.

lor peste treptele de cădere ale căii navigabile, prin intermediul unuia sau mai multor bazine cu porți, în care nivelul apei poate varia (fig. 102).

Pe canalele navigabile, ecluzele se amplasează în vecinătatea punctelor în care relieful prezintă o denivelare accentuată ;

Scanned with OKEN Scanner

în acest caz, condițiile geologice ale terenului de fundație trebuie bine studiate pentru a se putea lua măsuri împotriva alunecărilor și tasărilor.

Părțile principale ale unei ecluze sînt :

— sasul sau camera ecluzei ;

— bajoaierele sau zidurile laterale care limitează sasul și care sînt legate de obicei la partea inferioară printr-un radier ;

— capetele ecluzei, care adăpostesc porțile și dispozitivele de alimentare ; porțile permit izolarea sasului de cele două biefuri, în vederea efectuării operațiilor de ecluzare ;

— porturile de așteptare, destinate pentru staționarea de siguranță a convoaielor ce așteaptă să fie ecluzate.

Cînd canalul navigabil nu are adîncime suficientă în condiții naturale, ecluzarea se face cu ajutorul barajelor. Poziția și înălțimea barajelor (prevăzute cu ecluze) trebuie să fie astfel proiectate, încît remuul creat de un baraj să se prelungească pînă la barajul biefului amonte, realizîndu-se adîncimea necesară.

În lungul canalului, la anumite distanțe, se prevăd porți de siguranță, care au rolul de a evita golirea canalului de apă, în cazul unei avarii (ruperea porților unei ecluze, prăbușirea unui rambleu).

A. CONSIDERAȚII SPECIALE

Cercetările geologice-tehnice ce se execută pentru canalele de navigație au drept scop fundamentarea soluțiilor de proiectare. Principalele probleme care trebuie avute în vedere în timpul executării cercetărilor și la întocmirea studiului sînt :

— clarificarea detaliată, din toate punctele de vedere, a condițiilor geologice-tehnice a regiunii studiate și analizarea posibilităților de realizare a construcțiilor proiectate (în diferite variante ale lor), în condițiile existente ;

— concluziile practice și recomandările necesare pentru proiectanți și constructori.

Pentru canale, problema principală o constituie infiltrațiile apei din canal. În lungul profilului unui canal se întîlnesc atît roci impermeabile, cît și roci permeabile, cu diferite grade de permeabilitate. De asemenea, nivelul apei în canal poate fi în diferite relații cu nivelul apelor subterane din regiunile străbătute ; în lungul traseului, poziția nivelului apelor subterane se poate schimba în funcție de condițiile naturale existente. Trebuie

Scanned with OKEN Scanner

să se țină seamă și de faptul că realizarea canalului modifică regimul hidrogeologic regional.

Pierderile prin infiltrații sînt în funcție de coeficientul de permeabilitate a rocilor din secțiunea de canal considerată, de secțiunea transversală a canalului și de condițiile hidrogeologice regionale.

Determinarea pierderilor prin infiltrație din canale, se face prin încercări experimentale, care trebuie să dureze un timp suficient de mare, pentru a se realiza condiții cît mai apropiate de realitate. Observațiile au arătat că, cu trecerea timpului, pierderile prin infiltrație scad.

Măsurile pentru prevenirea pierderilor prin infiltrație sînt determinate de caracterul rocilor permeabile și de condițiile hidrogeologice ale regiunii. În rocile stîncoase hidrostabile, slab fisurate sau dezagregate, și pentru rocile detritice grosiere, se fac impermeabilizări prin torcretarea taluzurilor și fundului canalului. În rocile cu granulație medie sau fină se poate face impermeabilizare cu argilă, prin compactare la umiditatea optimă de compactare. Rocile puternic fisurate și poroase se plombează sau se injectează.

Impermeabilizarea rocilor solubile este mai dificilă. La acestea trebuie să se aibă în vedere că dizolvarea lor de apele subterane din afara amprizei canalului poate conduce la deteriorarea îmbrăcămințiii de impermeabilizare, prin subminare, determinînd prăbușirea taluzului, cu îmbrăcăminte cu tot. De asemenea, trebuie să se aibă în vedere că, prin realizarea construcției, prin fenomenul de subinundare local, se poate determina ridicarea nivelului apelor subterane (în cazul în care se execută și baraje pentru crearea unui remuu, în vederea asigurării șenalului navigabil) ar putea fi supuse acțiunii apelor subterane, orizonturi care pînă atunci se găseau deasupra nivelului obișnuit al apelor subterane.

În tranșeele experimentale se fac observații și asupra stabilității taluzurilor, malurile tranșeei fiind săpate la diferite taluzuri.

Pentru justa proiectare a taluzurilor canalelor, în diferite condiții geologice, în afara calculelor bazate pe încercările de laborator asupra rocilor și a observațiilor efectuate în tranșeele experimentale, de mare valoare sînt datele despre pantele și gradul de stabilitate a taluzurilor naturale și artificiale existente. În acest scop se vor face observații asupra tuturor taluzurilor din regiune, consemnîndu-se poziția stratigrafică și compoziția litologică a lor, înălțimea și unghiul de taluz. Pe profile se vor

Scanned with OKEN Scanner

arăta și diferitele deformări ale taluzurilor — scufundări, prăbușiri, alunecări — dacă acestea se pot produce, precum și cauzele generatoare.

O deosebită atenție se va da taluzurilor în care se constată iviri permanente sau periodice de apă subterană. Pentru taluzurile artificiale, se va stabili durata existenței lor.

În funcție de stabilitatea terenurilor și taluzurilor adoptate se stabilește secțiunea canalului. Deoarece de-a lungul traseului unui canal apar diferite tipuri de roci cu proprietăți diferite, rezultă că secțiunea unui canal nu va fi peste tot aceeași; în zonele constituite din roci stîncoase, taluzurile pot fi abrupte, în timp ce în zonele constituite din roci cu unghi de frecare interioară mic se vor adopta taluzurile line, prevăzîndu-se, de la caz la caz, și măsuri de consolidare (ziduri de sprijin, berme, plantații, pereeri etc.).

Taluzurile line, necesită un volum mare de excavații, iar cele abrupte nu asigură echilibrul rocilor. Ca regulă generală, se alege taluzul cel mai abrupt, care asigură cel mai mare grad de stabilitate.

S-a constatat că alunecările taluzurilor (uscate sau sub apă) sînt cu atît mai mari, cu cît debleul este mai adînc. Orice debleu adînc afectează puternic echilibrul rocilor, ele suferind o descărcare în zona canalului, deoarece la fundul canalului, presiunea exercitată dinspre taluz se manifestă de jos în sus. Dacă taluzurile și fundul canalului sînt constituite din roci cu unghi de frecare interioară mic, se produc alunecări ale taluzurilor concomitent cu ridicarea fundului canalului (fig. 103).

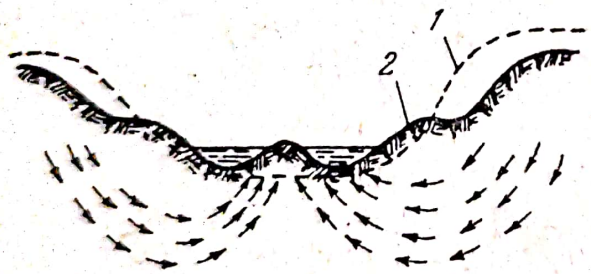


Fig. 103. Deformarea profilului unui canal navigabil prin stricarea echilibrului presiunilor:

1 — profil inițial; 2 — profilul canalului după stricarea echilibrului presiunilor.

Pentru controlul sectoarelor susceptibile de alunecări este indicată compararea profilelor transversale ale canalului în diferite perioade. Din compararea acestora și prin ridicări batimetrice pe sectoare pot fi puse în evidență situații ce nu reies din observațiile obișnuite ce se fac asupra construcției.

În cazul ridicării fundului canalului se va analiza dacă ridicarea este determinată de o colmatare locală sau este efectul descărcării; în acest din urmă caz se va analiza utilitatea realizării unei supraîncărcări a fundului în dreptul sectorului nestabil.

Scanned with OKEN Scanner

În cazul alunecării taluzurilor se va cerceta și situația eroziunilor la baza taluzului, deoarece o creștere a adîncimii fundului canalului duce la afuieri și refulări. În aceste condiții se recomandă asigurarea stabilității fundului și a taluzului sub apă, prin crearea unei suprasarcini.

În terenurile macroporice se constată apariția tasărilor, ca urmare a creșterii umidității. Tasările se produc ca urmare a pierderii structurii macroporice, producîndu-se o îndesare (micșorare a porozității); în același timp se produce dizolvarea sărurilor ce constituie cimentul și spălarea particulelor detritice fine.

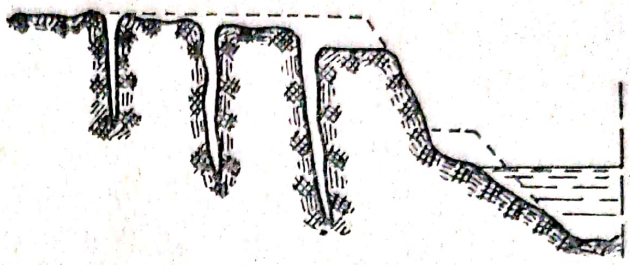


Fig. 104. Crăpături în malul unui canal navigabil construit în loess.

Cele mai mari tasări se produc în zonele în care terenurile macroporice (în special loessul) au grosimi mari și umiditate naturală foarte scăzută (față de umiditatea la care se prăbușește), iar nivelul apelor freatice se găsește la adîncime mare. Cu cît tasările încep mai repede după introducerea apei în canal, cu atît ating dimensiuni mai mari ; ele se pot propaga pînă la 80 m de canal.

În unele cazuri, de-a lungul canalului se constată o fisurație a terenurilor (fig. 104), fără deplasări vizibile pe verticală. Aceste fapt poate fi pus în legătură cu o slabă tasare a rocilor prin înmuiere și o omogenitate a lor în ceea ce privește gradul de tasare.

Pentru prevenirea acestei situații, se recomandă ca săpăturile să nu se efectueze pînă la cota definitivă, avînd în vedere faptul că se vor produce tasări. Canalul se udă, iar căptușirea lui se va executa după ce se termină tasările.

O altă metodă recomandată este aceea a săpării canalelor adînci, deoarece zona de infiltrație a apei este mai mică și, ca urmare, și prăbușirile vor fi mai mici, iar terenurile de deasupra sînt susținute prin efectul de boltă.

Dacă condițiile naturale nu permit săparea canalului numai în debleu, el se execută în semidebleu, semirambleu sau chiar în rambleu (la traversarea unei văi); în aceste condiții canalul este mărginit de diguri pe una din părți sau pe ambele părți. Principalele probleme ce se pun în asemenea situații sînt infiltrațiile și stabilitatea digului.

Scanned with OKEN Scanner

Ca și pentru celelalte construcții, prima fază a cercetărilor de teren pentru canale navigabile este cartarea geologică tehnică, care oferă o imagine de ansamblu asupra condițiilor naturale ale traseului canalului. Pe baza rezultatelor cartării, se aleg metodele de prospecțiune-explorare cele mai indicate.

Stabilirea programului de cercetări este condiționată de structura geologică a traseului, morfologia lui, condițiile hidrogeologice regionale și construcțiile anexe ale canalului.

Traseul canalului se cercetează prin foraje, așezate pe profile transversale, distanța dintre profile fiind determinată de uniformitatea geologică și morfologică a zonei. În zonele în care se constată accidente tectonice sau neuniformități litostratigrafice, se execută foraje suplimentare. Adîncimea pînă la care se execută forajele este determinată de condițiile geologice și hidrogeologice, dar în orice caz se execută pînă la cel puțin 5 m sub cota fundului canalului. În general, ele se execută pînă la un substrat impermeabil sau pînă la roca de fundament (în cazul aluviunilor).

Pentru determinarea condițiilor hidrogeologice regionale, se execută profile extinse pînă în zona de cumpănă a apelor sau pînă în văile vecine, iar pentru determinarea pierderilor prin infiltrație se sapă tranșee experimentale. În vederea stabilirii variațiilor nivelului apelor subterane, se execută periodic citirea puțurilor din regiunea în care se va construi canalul.

Din forajele executate în zona canalului, ca și din tranșeele experimentale săpate, se extrag probe de teren care vor fi analizate în laborator pentru determinarea proprietăților fizico-mecanice; de asemenea, se iau probe de apă pentru analiza chimică.

Pentru construcțiile anexe, lucrările de explorare se execută conform temei dată de proiectant, respectîndu-se STAS-urile în vigoare. În general, se cer următoarele date:

— *pentru canal:* taluzurile pentru fiecare tip de rocă și coeficienții de permeabilitate, cu indicarea afluxului sau pierderilor de apă din canal; în legătură cu datele rezultate se fac recomandări asupra măsurilor de apărare sau consolidare a taluzurilor și de impermeabilizare;

— *pentru ecluze:* presiunile de fundație admisibile, iar în cazuri defavorabile, măsuri de îmbunătățire a terenului de fundație. Pentru bajoaiere se vor da date privind împingerile pe care

Scanned with OKEN Scanner

acestea le vor suporta, urmînd ca ele să fie calculate și dimensionate ca ziduri de sprijin ; se va ține seamă de presiunile cu frecvențe mari, determinate de umplerea și golirea succesivă a sasului ;

— *pentru porturile de așteptare ;* taluzurile ce se vor adopta pentru cheuri, capacitatea portantă a terenurilor în zona în care sînt prevăzute construcții, lucrările de apărare a cheurilor, zona ce urmează a se perea, adîncimea pînă la care se vor bate pilonii ce suportă estacadele ;

— pentru porțile de siguranță se dau presiunile admisibile ;
— pentru poduri se dau datele indicate în capitolul „Poduri".

C. ÎNTOCMIREA REFERATULUI

Referatul trebuie să aibă o formă concisă, fără amănunte inutile și să nu fie încărcat cu material de bază brut. Materialul brut se dă numai pentru exemple caracteristice la justificarea situațiilor și concluziilor exprimate, dîndu-se sub o formă generalizată tabele comparative, grafice, curbe.

În cadrul studiilor și cercetărilor efectuate pînă în prezent, s-a folosit următorul mod de prezentare :

I. *Introducere*

II. *Studiul geologic și tehnico-geologic al regiunii canalului*

1. Cercetări geologice generale, anterioare
2. Cercetări geologice anterioare, speciale, pentru canal
3. Explorări geologice-tehnice pentru diferitele faze de proiectare a canalului

III. *Orohidrografia*

IV. *Stratigrafia și petrografia*

V. *Tectonica și seismicitatea*

VI. *Geomorfologia*

VII. *Hidrogeologia*

1. Distribuția apelor subterane
2. Regimul apelor subterane
3. Chimismul apelor subterane
4. Agresivitatea față de betoane și metale a apelor de suprafață și subterane
5. Permeabilitatea rocilor

VIII. *Caracterizarea geologică-tehnică a rocilor*

1. Clasificarea geologică-tehnică a rocilor
2. Metode de laborator folosite pentru determinarea proprietăților fizico-mecanice ale rocilor

Scanned with OKEN Scanner

3. Metode de teren folosite pentru determinarea proprietăților fizico-mecanice ale rocilor
4. Principiile stabilirii caracteristicilor pentru proprietățile fizico-mecanice ale rocilor și a valorilor ce intră în calcule
5. Metoda de calcul a stabilității taluzurilor
6. Caracterizarea geologică-tehnică a tipurilor de roci
7. Aprecieri asupra tăriei rocilor și asupra modului de săpare

IX. *Condițiile geologice-tehnice ale construcțiilor*

1. Situația generală geologică-tehnică a șantierului și exploatarea construcțiilor
2. Comparația variantelor amplasamentelor propuse
3. Descrierea sectoarelor de canal
4. Influența de drenaj a canalului asupra apelor subterane
5. Prognoza afluxului apelor subterane în canal
6. Pierderile de apă din canal
7. Ecluzele
8. Porțile de siguranță
9. Podurile
10. Construcțiile portuare
11. Diverse construcții

X. *Prognoza tasărilor în lungul canalului și la construcții*

XI. *Materiale de construcție :*

1. Agregate pentru betoane
2. Piatră de construcție
3. Pământ pentru diguri
4. Materiale pentru drenuri

XII. *Concluzii și propuneri*

Ca material grafic se prezintă :

— harta hipsometrică generală a regiunii străbătută de canal ;
— harta geologică generală a regiunii străbătută de canal ;
— planul de situație a lucrărilor executate ;
— coloana stratigrafică completă ;
— harta geologică a canalului ;
— harta depozitelor cuaternare ;
— schema corelației depozitelor cuaternare ;
— profile litologice cuaternare generale ;
— schema structurilor tectonice ;
— harta geomorfologică a canalului ;
— harta regiunilor hidrogeologice în lungul traseului canalului ;
— curbe de variații ale nivelelor apelor subterane ;
— graficele compoziției chimice a apelor ;
— graficele rezultatelor lucrărilor hidrogeologice experimentale pentru determinarea permeabilității rocilor ;
— graficele de răspîndire recapitulative pentru diferite proprietăți fizico-mecanice ale rocilor, după tipuri ;

Scanned with OKEN Scanner

— curbele caracteristice ale compoziției granulometrice ale compresibilității, forfecării etc., pentru tipurile caracteristice de roci ;

— curbele și graficele relațiilor diferitelor proprietăți fizico-mecanice, după tipuri de roci ;

— tabele recapitulative ale valorilor indicilor (medii, maxime și minime) și a celor recomandate pentru calcul, și a proprietăților fizico-mecanice ale rocilor ;

— harta geologică detaliată cu sectoarele canalului, cuprinzînd lucrările de explorare efectuate și variantele traseului ;

— harta grosimii depunerilor cuaternare ;

— profilul geologic general al traseului ;

— profile geologice-tehnice longitudinale și transversale pe sectoarele canalului ;

— plan de situație cu variantele ecluzelor ;

— harta geologică de detaliu a amplasamentului ecluzelor, cu marcarea lucrărilor de explorare efectuate și izobatele rocii de fundație ;

— hărți și profile la cota de fundație ;

— harta cu hidroizohipse ;

— profile geologice-tehnice transversale și longitudinale detaliate ;

— plan de situație cu variantele porților de siguranță ;

— harta geologică de detaliu, cu marcarea lucrărilor de explorare efectuate și izobatele rocii de fundație ;

— harta cu hidroizohipse ;

— profile geologice-tehnice transversale detaliate ;

— profile geologice-tehnice pentru porturi și cheuri ;

— harta carierelor pentru materiale de construcție ;

— plan de explorare pentru fiecare carieră separat ;

— hărțile cu izopahitele rocilor utile ;

— hărțile cu izopahitele sterilului ;

— profile geologice longitudinale și transversale ale carierelor, cu marcarea locurilor de unde s-au luat probe ;

— tabele de calcul al rezervelor.

Cap. XI. AMELIORAȚII

Ameliorarea pămînturilor — în primul rînd irigarea — constituie unul din mijloacele cele mai sigure și mai eficace pentru ridicarea productivității în agricultură.

În zonele în care se face agricultură, irigarea conduce la o productivitate mai ridicată la hectar, iar în zonele cu umezeală

Scanned with OKEN Scanner

excesivă, în care dezvoltarea agriculturii este frînată din cauza umezelii excesive și a mlăștinirii, sînt necesare desecări.

Realizarea unui sistem hidroameliorativ complex și eficient nu poate fi făcută decît în condițiile în care agricultura se găsește pe o treaptă superioară de organizare, în condițiile agriculturii socializate.

Pînă în prezent, problemele de ameliorații au rămas în afara preocupărilor geologice, ele fiind numai de domeniul pedologilor, inginerilor agronomi și hidrotehnicieni. Vastitatea problemelor ridicate de aceste lucrări, demonstrează că participarea geologului, care are o pregătire naturalistă, este necesară, aportul lui contribuind la lămurirea unei serii întregi de probleme.

Ameliorațiile constituie ansamblul de măsuri și lucrări executate pe terenurile agricole, în scopul îmbunătățirii condițiilor naturale de creștere și dezvoltare a plantelor agricole, prin transformarea radicală și de durată a factorilor naturali de bază ai producției agricole: regimul apei, solul și microclima. Ameliorațiile cuprind măsuri și lucrări hidrotehnice, agrotehnice și silvotehnice, care influențează atît regimul apei și solul, cît și microclima. Aceste măsuri și lucrări reclamă cunoașterea ecologiei plantelor cultivate, a condițiilor naturale locale, favorabile și defavorabile plantelor cultivate, a tehnicii agricole și a executării construcțiilor inginerești.

Ameliorațiile se aplică pe terenuri care în starea naturală existentă nu asigură producții agricole satisfăcătoare, determinată de:

— regimul defavorabil al apei în sol;

— regimul defavorabil al scurgerii apei la suprafața solului (terenuri mlăștinoase, inundabile, erodabile);

— clima defavorabilă;

— soluri cu proprietăți fizico-chimice și biologice defavorabile.

Aceste cauze pot influența producția agricolă separat sau combinate.

Lucrările de ameliorații se execută în etape, în funcție de condițiile naturale locale existente sau create, precum și de cerințele plantelor care urmează să fie cultivate.

Ameliorațiile constau în crearea unui regim al apei în sol, care să fie favorabil plantelor cultivate, în dirijarea scurgerii apei la suprafața solului pentru combaterea eroziunii (și uneori a deplasărilor de teren), în aprovizionarea cu apă prin crearea de

Scanned with OKEN Scanner

iazuri, canale de aducțiune, captarea izvoarelor, exploatarea apei subterane și folosirea rezervelor create în scopuri agricole.

Îmbunătățirea directă a regimului apei în sol și a regimului de curgere a apei la suprafața solului, potrivit condițiilor unei agrotehnici raționale, se obține prin executarea de construcții hidrotehnice: îndiguiri, desecări, colmatări, irigații, regularizarea scurgerilor, combaterea sărăturilor etc.

Principalele probleme ameliorative sînt:

1. Completarea deficitului de apă din sol prin irigații.
2. Combaterea sărăturilor.
3. Înlăturarea excesului de apă, prin indiguiri sau drenaj.

A. IRIGAȚII

Irigarea constituie ansamblul lucrărilor efectuate pentru a asigura aprovizionarea controlată a solului arabil sau culturilor agricole cu apă suplimentară, față de cea primită în mod natural, pentru mărirea producției agricole. Apa necesară irigației este adusă la sectoarele de irigat printr-o rețea, care delimitează sectoare cu atît mai mici, cu cît rețeaua permanentă este mai deasă (fig. 105).

a. După scopul în care este folosită apa de irigație, se deosebesc:

— irigația de umezire, care completează umiditatea solului în limitele umidității active;

— irigația de aprovizionare, care completează deficitul din perioada rece a anului (octombrie-martie);

— irigația de spălare, aplicată terenurilor ce conțin un exces dăunător de săruri, în scopul îndepărtării lor, prin dizolvare, din stratul activ al solului;

— irigația de fertilizare, în care se folosesc ape încărcate cu substanțe nutritive necesare plantelor; în acest scop pot fi folosite și unele ape uzate;

— irigația termoregulatoare, prin care se modifică temperatura solului sau a aerului, folosindu-se proprietatea apei de a păstra căldura și a o ceda, cînd se efectuează irigația.

b. Din punctul de vedere al distribuirii apei, se deosebesc:

1) irigație prin submersiune, care se efectuează prin inundarea terenului; ea poate fi aplicată la terenuri ce au pantă de

Scanned with OKEN Scanner

maximum 0,005 m, cu subsol puțin permeabil, pentru a reține apa (este metoda cu cel mai mare consum de apă);

2) irigația de revărsare sau circulație, în care apa este distribuită prin rigole, sub forma unor pînze subțiri, fără să stagneze;

3) irigația prin revărsare în fîșie, ce constă în distribuția apei pe fîșii; longitudinal, fîșiile au panta terenului, iar transversal, sînt orizontale;

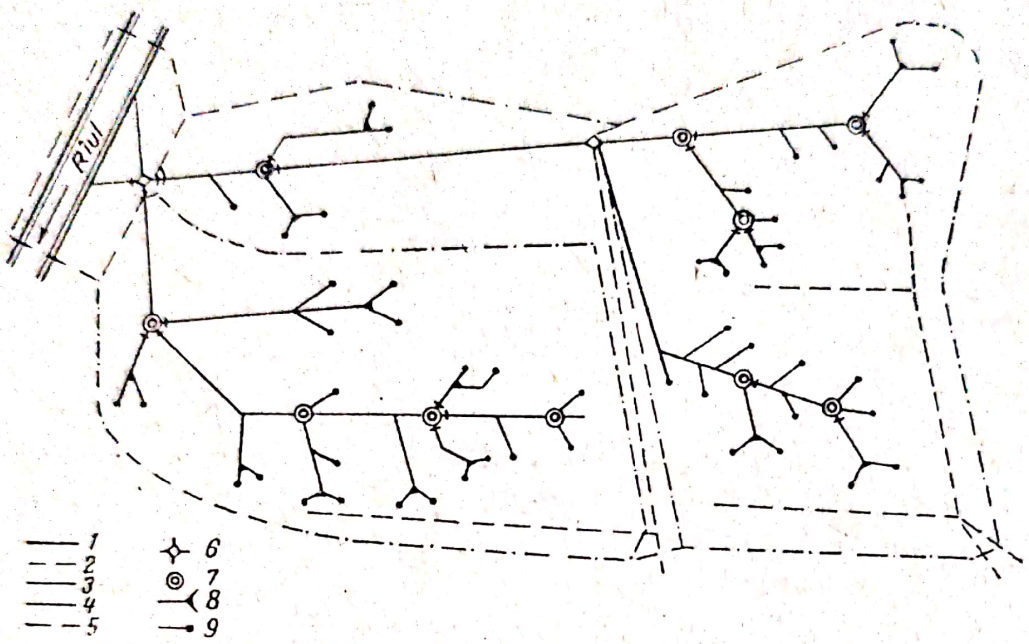


Fig. 105. Schema de exploatare a unui sistem de irigații:
1 — canale de irigație; *2* — canale de colectare; *3* — post hidrometric principal; *4* — post hidrometric secundar; *5* — hotarul sectorului de exploatare; *6* — centru de drenare; *7* — centru de distribuție; *8* — centru de automatizare; *9* — punct de ramificație.

4) irigația prin infiltrație, sau pe brazdă, în care apa trece din canale în rigole, iar din rigole în brazde, ce o duc la rădăcina plantelor. Distanța dintre brazde este mai mică în solurile ușoare și mai mare în solurile grele;

5) irigația prin aspersiune, prin care apa este distribuită sub formă de picături produse prin aruncarea ei sub presiune deasupra terenului irigat, cu ajutorul unor dispozitive speciale, numite aspersoare, sau a unor tuburi perforate, care oscilează în jurul axei lor, astfel încît apa să cadă pe teren ca o ploaie. Aspersoarele sînt alimentate prin conducte cu apă sub presiune, prin pompare.

Față de celelalte sisteme de irigare, aspersiunea prezintă următoarele avantaje:

Scanned with OKEN Scanner

— nu reclamă amenajarea terenului, putînd fi folosită și pe terenuri accidentate ;

— reduce normele de irigare și udare, la cantitățile strict necesare ;

— instalațiile sînt mobile, putînd fi mutate dintr-un loc în altul ; nu are ca urmare ridicarea nivelului apelor freatice ;

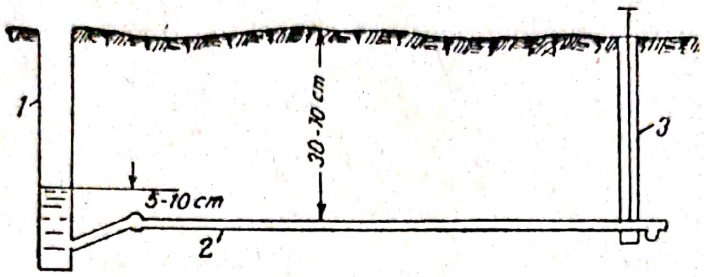


Fig. 106. Schema sistemului de irigație subterană prin absorbție :
1 — canal de introducere a apei ; 2 — dren subteran ; 3 — canal colector.

6) irigație subterană (fig. 106), care introduce apa în sol prin intermediul unei rețele de conducte subterane, alimentate din canalele de irigație prin cădere liberă, sau sub presiune ; din conducte, apa trece în sol, la rădăcina plantelor.

Irigația subterană prezintă următoarele avantaje :

— nu distruge structura solului ;

— economisește apa, asigurînd o bună distribuție a ei ;

— reduce la minimum munca de udare ;

— nu împiedică mecanizarea.

Dezavantaje :

— imperfecțiune tehnică ;

— menține uscat stratul superior al solului ;

— în subsolul permeabil provoacă pierderi mari de apă.

Irigarea prin brazde și fîșii prezintă dificultăți la aplicarea ei, din cauza lucrării repetate a solului, care determină distrugerea structurii lui și care, în mod natural, în condiții de stepă, are rezistență hidrică redusă.

Pentru evitarea eroziunii trebuie stabilit modul de orientare a rețelei provizorii, față de rețeaua permanentă de canale, precum și a conductelor transportabile (fig. 107 și 108). În acest fel, panta are un rol limitativ în orientarea suprafețelor irigate, imprimînd anumite limite de variație.

Scanned with OKEN Scanner

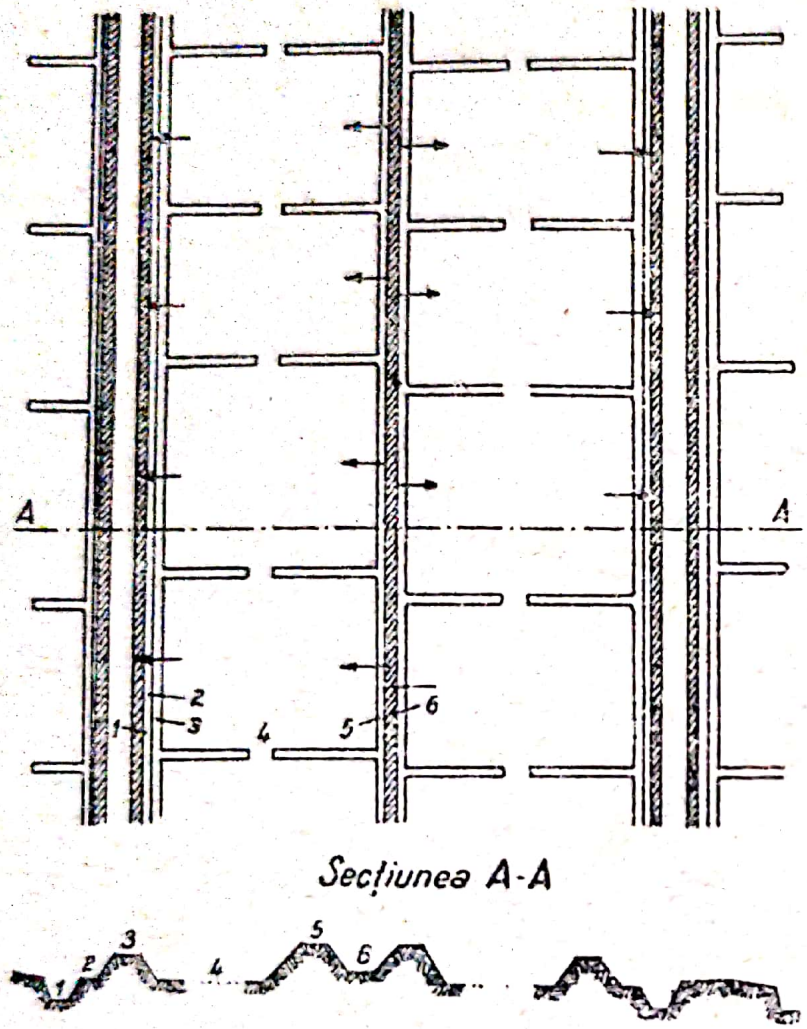


Fig. 107. Dispoziția rețelei de irigație pe un teren cu pantă sub 2‰ :

1 — canal colector ; *2* — banchetă ; *3* — dig ; *4* — suprafața de irigat ; *5* — dig ; *6* — canal de irigație.

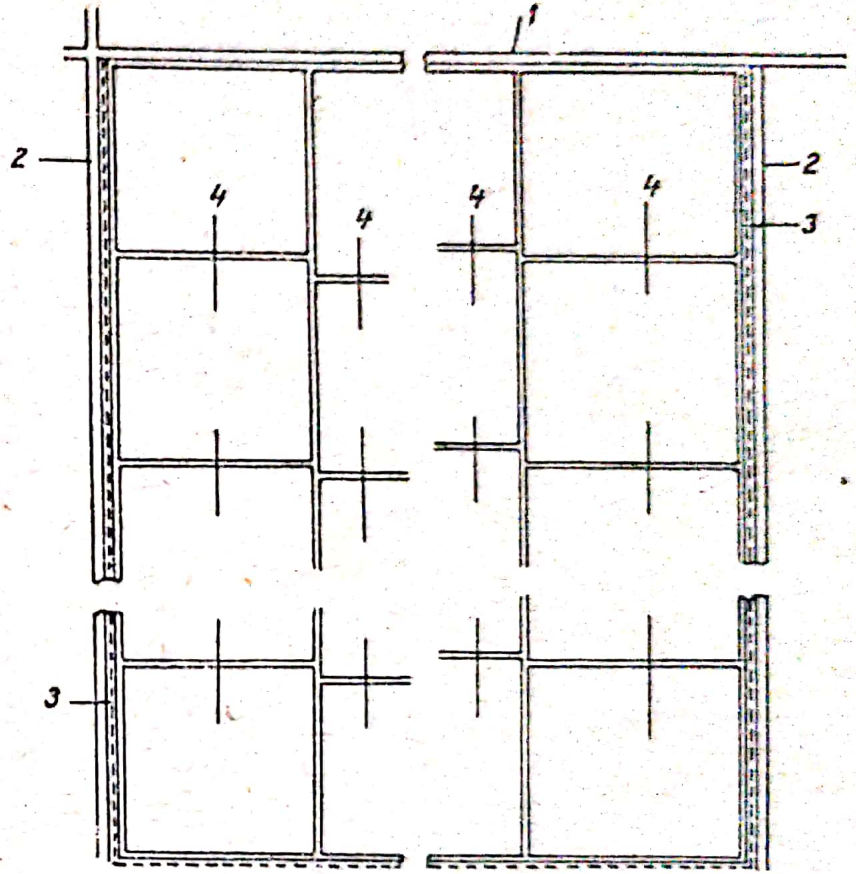


Fig. 108. Amenajarea unui teren cu pantă de 3—8‰ :

1 — canal de irigație ; *2* — rigola de evacuare ; *3* — drum de exploatare ; *4* — canale de irigație secundare.

Scanned with OKEN Scanner

B. COMBATEREA SĂRĂTURĂRILOR

Ridicarea nivelului apelor freatice, în anumite zone, ca urmare a unei irigări neraționale, fără evacuare corespunzătoare, provoacă sărăturări secundare, ce pot conduce, uneori, la scoaterea unor suprafețe din cultură (fig. 109). O normă de irigare nestabilită judicios poate conduce la sărăturarea nu numai a terenurilor irigate, ci și a celor învecinate.

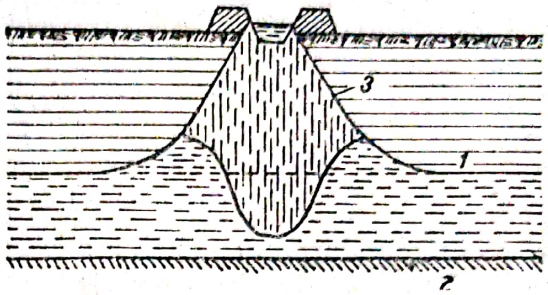


Fig. 109. Acțiunea presiunii hidrodinamice asupra nivelului freatic :
1 — nivelul apelor freatice ; *2* — strat impermeabil ; *3* — zonă cu umiditate crescută, ca urmare a infiltrațiilor din canalul de irigație

Solurile sărăturate sînt răspîndite în zonele în care apa freatică, mai mult sau mai puțin mineralizată, se găsește la nivelul critic (circa 3 m).

Printre cauzele care provoacă sărăturarea solului sînt considerate levigarea rocilor, migrația sărurilor, spălarea pantelor, drenajul natural redus, raportul nefavorabil între cota terenului și nivelul apelor freatice și inundațiile care împiedică scurgerea apelor spre colectorii naturali.

În zonele de luncă, sărăturarea este un proces natural, mai avansat pe grindurile de înălțime medie și mai slab în zonele spălate mai intens de apele de inundație.

Prin indiguiri în luncă se schimbă distribuția sărurilor în sol, cît și repartiția sărăturilor după microrelief.

În unele regiuni amenajate, se constată, cu trecerea timpului, o sărăturare progresivă, care se manifestă și în zonele limitrofe ; acest fapt se datorește ridicării pînzei freatice bogate în săruri, în special în cloruri.

Solurile sărăturate s-au format sub influența apelor freatice de la mică adîncime, lipsite de drenaj. Cercetările efectuate au pus în evidență legătura dintre sărăturare și climă, pe de o parte și drenajul apelor freatice, pe de altă parte. Acest fapt este bine evidențiat, mai ales în zonele aride, unde, la suprafața solului se întîlnesc cruste și eflorescențe saline.

Combaterea sărăturilor se face prin diferite metode, în funcție de caracterul sărăturii.

Irigarea de spălare (profilactică) se aplică combinată cu drenajul, în scopul, ca o dată cu menținerea unui anumit plafon de umiditate, în sol, să se asigure circulația descendentă a sărurilor.

Scanned with OKEN Scanner

Ameliorarea sărăturilor din incintele îndiguite se realizează prin drenaj, asociat cu irigația de spălare. În acest scop, se prevede un sistem de drenuri de evacuare profundă, cu o bună circulație a apelor de irigație (fig. 110). Zonele sărăturate trebuie să fie izolate din punct de vedere hidrogeologic de zonele vecine pentru a se evita ridicarea nivelului apelor freatice în acestea.

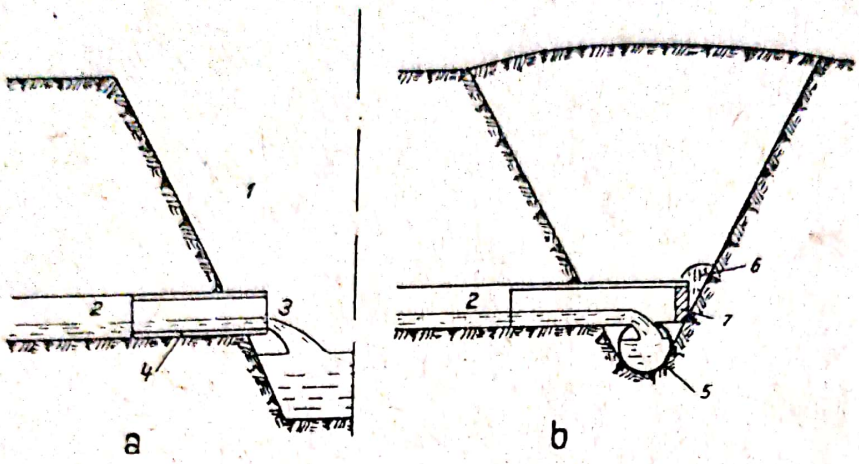


Fig. 110. Gura drenului cîrtiță :

a — în colectorul deschis ; *b* — în colectorul închis ; *1* — colector deschis ; *2* — drenul cîrtiță ; *3* — gura de vărsare a conductei ; *4* — reazim de scînduri ; *5* — conductă de evacuare ; *6* — piatră ; *7* — argilă compactată.

În lunci, sărăturile se ameliorează eficient și economic, prin regularizarea cursului și debitului rîului, ceea ce are ca efect mărirea drenajului.

În zonele așezate în trepte, se recomandă să se efectueze drenarea verticală, pentru a se opri trecerea sărurilor spre nivele mai joase. Aceeași metodă se recomandă pentru izolarea terenurilor irigate de cele neirigate, ca urmare a mineralizației progresive, spre periferia zonei irigate, a apelor freatice.

C. DESECĂRI

Desecările sînt lucrări de colectare și îndepărtare a excesului de apă din sol, sau de pe suprafața terenului, pentru a crea condiții favorabile creșterii plantelor. Desecarea are efect direct asupra apelor superficiale și indirect asupra apelor freatice, împiedicînd ridicarea nivelului acestora și oprind infiltrarea excesului de apă de la suprafața terenului.

Terenurile care conțin apă în exces sînt :

— mlaștinile rezultate prin îmbătrînirea și sărăcirea în materii minerale a pășunilor și fînețelor naturale ;

Scanned with OKEN Scanner

— mlaștinile rezultate prin ridicarea nivelului fundului lacurilor și bălților ;

— luncile constituite din terenuri impermeabile sau pe care se revarsă izvoarele de la baza teraselor ;

— solurile puțin permeabile, cu un strat impermeabil superficial, arate la suprafață și la aceeași adîncime ;

— terenurile cu stratul de apă freatică aproape de suprafață, lipsite de drenare.

Adîncimea minimă pînă la care trebuie coborît nivelul apelor freatice, pentru a obține o umiditate satisfăcătoare, sau cel puțin o umiditate mai mică decît minimum admisibil, se numește *normă de desecare* și variază în funcție de tipul de sol și plantele cultivate pe el.

Îndepărtarea excesului de apă de la suprafața solului se face printr-o rețea de canale (deschise sau semideschise), care se dimensionează în funcție de excesul maxim de apă și de timpul în care acesta trebuie evacuat.

Rețeaua de desecare are rolul de a evacua apele în exces de pe suprafața solului și de a le conduce la canalele colectoare. Ea trebuie să fie suficient de deasă pentru a fi eficientă, dar nu trebuie să provoace o desecare excesivă și nici să împiedice mecanizarea lucrărilor.

Îndepărtarea excesului de apă se poate face și cu ajutorul puțurilor absorbante, iar eliminarea excesului de apă prin colmatare.

Colmatarea este folosită și pentru mărirea fertilității solului. In acest scop, se amenajează bazine cu adîncimi mici (0,5—1,0 m) în care se introduce apă cu suspensii. Prin sedimentare, rezultă mîl cu fertilitate mărită. Colmatarea se face periodic sau continuu (în cazul în care se urmărește îndepărtarea influenței nivelului apelor freatice).

Îndepărtarea excesului de apă provenit din pînză freatică, se poate face, prin canale deschise, prin drenuri închise, care interceptează stratul freatic și îi coboară nivelul (fig. 111), sau prin drenuri verticale care evacuează apele subterane într-un strat permeabil la o cotă inferioară (fig. 112).

Eficiența drenajului și viteza de coborîre a apelor freatice sînt determinate de raportul optim între adîncimea și distanța dintre canale și drenuri. Cu cît distanța dintre drenuri este mai mică și adîncimea mai mare, acțiunea lucrărilor este mai bună, iar desecarea mai completă. Panta mare a terenului, viteza mare a curentului freatic, amplasarea transversală a drenurilor, structura glomerurală și permeabilitatea mare a solului contribuie pozitiv la mărirea efectului de drenaj, determinînd distanțe mai mari și

Scanned with OKEN Scanner

adîncimi mai mici ale drenurilor. Drenurile trebuie să facă unghi ascuțit cu hidroizohipsele.

Cel mai eficient sistem de drenaj este cel cu amplasare transversală, care captează mai bine apa freatică și permite așezarea drenurilor la distanțe mari. Adîncimea de așezare a lor variază între 0,9 și 1,25 m, în funcție de norma de desecare, adîncimea

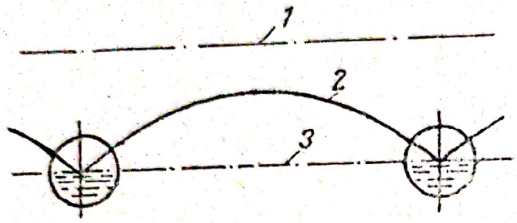


Fig. 111. Nivelul apelor freatice la un drenaj orizontal :

1 — nivelul inițial al apelor subterane ; *2* — curbă de depresiune ; *3* — adîncimea maximă de drenare.

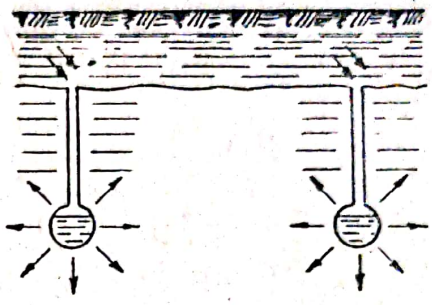


Fig. 112. Evacuarea apelor freatice prin drenuri verticale subterane.

stratului impermeabil, grosimea și natura solului, iar distanța dintre ele este condiționată de natura solului, panta terenului și orientarea lui, frecvența ploilor etc.

Pentru realizarea măsurilor eficiente de ameliorație se vor cerceta următoarele elemente :

— originea reliefului ;

— altitudinea terenului ;

— tipurile de pantă și orientarea lor, acestea determinînd metodele de udare (limitate la anumite tipuri de pantă), pentru a se evita eroziunea solurilor ;

— frecvența și mărimea crovurilor.

Pe baza acestor elemente se stabilesc unitățile morfologice care, în general, au aceleași caractere hidrogeologice și pedoclimatice. Pentru fiecare unitate morfologică se dau date privind delimitarea unității de ameliorat, suprafața, microrelieful (care determină metoda de udare și regimul de irigație), pantele, raporturile de înălțime dintre unitățile microreliefului, profilul litologic (cu grosimi), prezentîndu-se proprietățile geotehnice ale tipurilor de roci, tipurile de soluri, adîncimea nivelului apelor subterane, crovurile (frecvență, mărime, orientare-geneză), lacurile, rețeaua hidrografică (majoră, minoră, internă — periferică, permanentă, temporară).

Scanned with OKEN Scanner

Deoarece în urma introducerii irigațiilor se va schimba regimul hidrogeologic, este indicat să se efectueze analiza chimică a solului în diferite puncte, spre a se prevedea evoluția chimică a lui.

În vederea stabilirii condițiilor de construcție și exploatare a lucrărilor de ameliorații sînt necesare încercări de laborator care să precizeze următoarele caracteristici fizico-mecanice ale terenului :

— umiditatea naturală ;
— greutatea volumetrică ;
— indicele de consistență ;
— porozitatea naturală ;
— conținutul în materii organice ;
— coeficientul de permeabilitate ;
— modulul de compresibilitate ;
— tasarea specifică la 2 kgf/cm² ;
— unghiul de frecare interioară ;
— coeziunea.

Aceste date vor permite să se facă recomandări și aprecieri privind :

— natura rocilor în care se sapă canalul și rocile ce apar la cota fundului canalului. Încadrarea rocilor în care se va săpa se va face conform normelor de deviz în vigoare ;

— pantele taluzurilor — în funcție de adîncimea săpăturilor ;

— proprietățile rocilor și poziția apelor subterane ;

— variația caracteristicilor fizico-mecanice în același tip de rocă ;

— adîncimile de fundare și tipul de fundație pentru stațiile de pompare și alte construcții legate de executarea canalelor, în funcție de caracteristicile fizico-mecanice ale rocilor ;

— măsurile ce trebuie luate în mod suplimentar, acolo unde canalele se vor executa în umplutură ;

— zonele cu conținut de materii organice ;

— relațiile canalelor cu construcțiile și căile de comunicație existente și proiectate ;

— modul de executare a săpăturilor și utilajul recomandat ;

— modul de realizare și ancorare a conductelor de refulare ;

— recomandări cu privire la executarea lucrărilor de compactare și impermeabilizare ;

— sensibilitatea la înmuiere și capacitatea de prăbușire a loessului ;

Scanned with OKEN Scanner

— măsurile ce trebuie luate pentru uniformizarea pantei la fundul canalului, deoarece prăbușirile fundului canalului sînt neuniforme, producînd local rupturi de pantă ;

— posibilitatea apariției fenomenelor de carst (carstul argilelor) în special în zonele în care irigația se face după desecare, și mijloacele de prevenire și combatere a acestora ;

— valorile tasărilor probabile în urma introducerii irigațiilor ;

— schimbarea secțiunii canalului, motivare și măsuri speciale indicate ;

— lucrări de apărare a malurilor în dreptul stațiilor de pompare și recomandări asupra modului de execuție ;

— materiale de construcții ;

— etapele de realizare a lucrărilor, criteriile ce determină stabilirea etapelor.

După executarea cartării morfologice, geologice și hidrogeologice, în vederea precizării condițiilor de realizare a construcțiilor, se trece la o fază mai avansată de cercetare, prin lucrări de explorare. Numărul, adîncimea și locul de amplasare a lucrărilor de explorare trebuie să fie lăsate la aprecierea celui care întocmește studiul, care va justifica programul de foraje propus și executat. Proiectantul își poate da acordul asupra programului propus; dar nu va putea interveni în stabilirea lui. Această concepție este fundamental greșită, deoarece pe baza unui număr mic de foraje nu se pot trage concluziile necesare unei faze de proiectare avansate.

Lucrările de explorare constau din :

— foraje, pentru precizarea constituției petrografice în lungul traseului canalelor și a celorlalte construcții ; din aceste foraje se extrag probe ce sînt analizate pentru determinarea caracteristicilor fizico-mecanice ale rocilor ;

— puțuri sau șanțuri, din care se vor extrage monoliți pentru determinarea porozității naturale, deoarece probele luate prin ștuțuri nu păstrează porozitatea naturală ;

— tranșee experimentale și grupuri de pompare pentru determinarea caracteristicilor hidrogeologice ale rocilor. Valoarea acestor date este însă numai informativă, atunci cînd nu există timp suficient pentru efectuarea observațiilor necesare ;

— prospecțiuni geoelectrice pentru determinarea nivelului apelor subterane, a grosimii complexului în care se sapă canalul și a rocilor de sub acest complex.

În laborator se determină caracteristicile arătate anterior, conform STAS în vigoare.

Scanned with OKEN Scanner

D. INTOCMIREA STUDIULUI

Studiile pentru irigații se fac în conformitate cu prevederile STAS 4454-54 (amenajarea terenurilor pentru irigații), în care se menționează că acestea vor fi precedate de consultarea și avizul principal al organelor care reglementează regimul și distribuirea apelor în R.P.R. (Comitetul de Stat al Apelor).

Legea cu privire la înființarea Consiliului Superior al Agriculturii și decretul privind înființarea și funcționarea C.S.A. prevăd că irigațiile, îndiguirile și desecările trec în totalitate în sarcina Comitetului de Stat al Apelor.

În STAS 4454-54 sînt menționate problemele ce trebuie precizate prin studiile ce se efectuează :

— ridicarea tehnico-geologică pe baza cartării 1 : 20 000 ;
— adîncimea și caracterul eroziunilor ;
— adîncimea și relieful rocilor permeabile, grosimea aluviunilor ;
— geneza rocilor ;
— compoziția petrografică ;
— stratificația ;
— structura și textura ;
— amplasamentele lucrărilor de explorare ;
— sursa de materiale de construcție ;
— profil geologic caracteristic ;
— tectonica ;
— condiții de stabilitate în amplasament ;
— material de bază la lucrările de explorare.

În condițiile actuale, experiența și metodele de cercetare depășesc prevederile acestui STAS, studiile ce se întocmesc cuprinzînd un domeniu mult mai vast, iar problema irigațiilor fiind privită sub mai multe aspecte.

Rezultatele cercetărilor de teren, ale încercărilor de laborator și ale celor experimentale de pe teren, sînt arătate într-un studiu.

Textul acestui studiu va cuprinde :

— motivarea necesității studiului ;
— considerații generale social-economice asupra zonei cercetate ;
— considerații orohidrografice ;
— considerații geologice generale (inclusiv seismicitatea);
— considerații hidrogeologice generale ;
— lucrări de explorare efectuate, arătîndu-se modul de desfășurare al lor. Acest lucru este necesar să fie arătat, deoarece

Scanned with OKEN Scanner

uneori proiectantul schimbă tema și în consecință se schimbă și programul de lucru ; în această situație unele foraje executate apar ca inutile pentru cine nu este avizat asupra modului în care s-au desfășurat lucrările ;

— rezultatele prospecțiunilor geoelectrice ;

— considerații geologice tehnice — pe baza încercărilor de laborator — și a rezultatelor geofizice ;

— considerațiile hidrogeologice ;

— date din literatura de specialitate privind lucrări similare ;

— materiale de construcții ;

— concluzii și recomandări.

Materialul grafic anexă va consta din :

— planul de situație general al zonei studiate, cu indicarea obiectivelor studiate și a lucrărilor (foraje-puțuri) executate ;

— harta orohidrografică ;

— harta geologică tehnică, cu consemnarea proceselor geologice dinamice ;

— harta hidrogeologică, cu hidroizohipse și izofreate ;

— harta hidrochimică ;

— harta structurală, cu izobate și izopahite a complexului în care se realizează construcția ;

— harta rezistivității electrice ;

— harta zonelor cu materiale de construcție ;

— profilele geologice și hidrogeologice generale ;

— profilul longitudinal al canalului, pe baza datelor din toate lucrările executate, marcîndu-se nivelul apei în canal, cota fundului canalului, stăvilare, stații de pompare, ramificații etc. ;

— profile transversale în punctele caracteristice (săpături adînci, terasamente înalte, schimbarea taluzurilor ca urmare a variației petrografice) și prin forajele executate, cu consemnarea profilului tip al canalului și al nivelului apei în canal ;

— grafice de răspîndire și diagrame pentru caracteristicile fizico-mecanice ;

— tabele centralizatoare cu rezultatele încercărilor de laborator ;

— tabele centralizatoare cu rezultatele pompărilor și turnărilor ;

— tabele centralizatoare cu analizele chimice ale apei ;

— buletinele de analiză chimică a apelor ;

— fișele de foraj cu rezultatele încercărilor de laborator ;

— curbele și graficele fiecărei încercări de laborator.

Scanned with OKEN Scanner

Drumurile reprezintă calea de comunicație terestră, rezervată circulației vehiculelor, oamenilor și animalelor, constituită dintr-o fîșie de teren amenajată special și pe care se calcă direct fără intermediul altor elemente de construcție.

Elementele principale ale unui drum sînt :

— infrastructura, care cuprinde terasamentele, lucrările de artă, lucrările de protecție, consolidare și asanare (îndiguire, ziduri de sprijin, drenaje);

— suprastructura, care cuprinde corpul șoselei (calea), acostamentele, trotuarele, benzile de încadrare și fîșia mediană plantată. Partea destinată circulației vehiculelor se numește *parte carosabilă*.

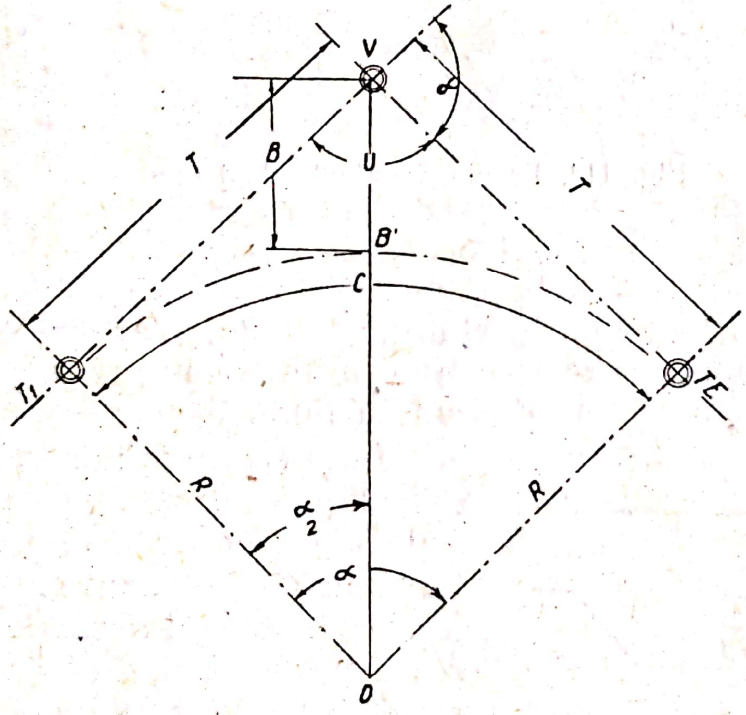


Fig. 113. Elementele principale ale curbei unui drum.

Traseul drumului se compune din aliniamente (porțiuni drepte), racordate între ele prin curbe. Elementele principale ale curbei (fig. 113) sînt :

U — unghiul pe care-l fac aliniamentele ce se intersectează ;

R — raza curbei, a cărei mărime se stabilește în funcție de viteza de proiectare, condiții de relief și distanța minimă ce trebuie să rămînă între 2 curbe consecutive ;

T — lungimea dintre vîrful de unghi (V) și punctele de tangență ale curbei cu aliniamentele ei (T_i sau T_e);

Scanned with OKEN Scanner

C — lungimea curbei între punctele de tangență ;

B — lungimea măsurată pe direcția bisectoarei unghiului U, între vîrful de unghi V și punctul B de pe arcul de cerc (punct bisectoare al arcului de cerc, pe care-l împarte în două părți egale).

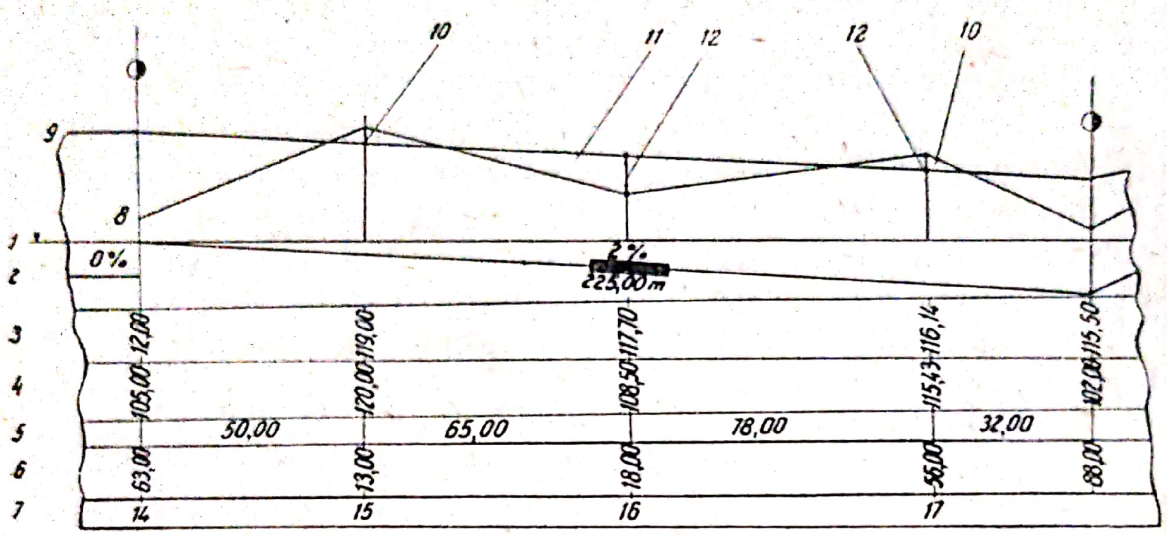


Fig. 114. Profilul longitudinal al drumului :

1 — plan de referință ; *2* — declivități ; *3* — cota proiect ; *4* — cotă teren ; *5* — distanța între picheți ; *6* — distanțe cumulate ; *7* — picheți ; *8* — linia terenului ; *9* — linia roșie ; *10* — săpătura debleului ; *11* — umplutură (implinire rambleu) ; *12* — cota roșie.

Profilul longitudinal al drumului (fig. 114) este dat de intersecția planului vertical ce trece prin axa lui, cu suprafața terenului natural și cu platforma drumului.

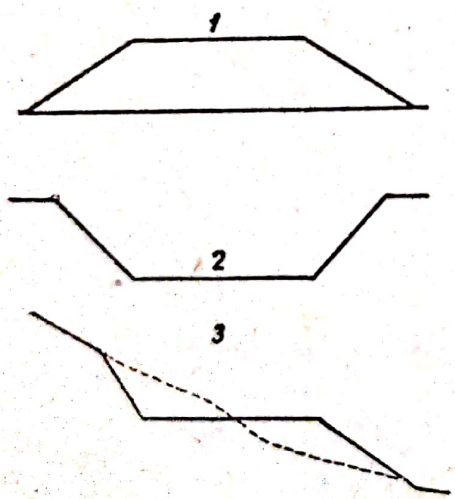


Fig. 115. Tipuri de drumuri :

1 — în rambleu ; *2* — în debleu ; *3* — profil mixt.

Intersecția profilului cu suprafața reliefului formează *profilul terenului* sau *linia neagră* ; intersecția cu platforma căii de comunicație proiectată formează *profilul drumului* sau *linia roșie*. Fiecare punct de pe aceste linii se definește printr-o cotă ; diferența dintre cota neagră și cota roșie se numește *cotă de execuție*.

Dacă linia roșie se află deasupra liniei negre, cotele de execuție sînt pozitive, iar traseul este în împlinire sau *rambleu* ; dacă linia roșie este situată sub linia neagră, cotele de execuție sînt negative, iar traseul este în săpătură sau *debleu* (fig. 115).

Linia roșie, adică profilul drumului, se compune din porțiuni orizontale — *paliere* — și înclinate — *declivități* ; declivitatea

Scanned with OKEN Scanner

poate fi în rampă sau în pantă, după cum drumul urcă sau coboară în sensul kilometrajului.

Mărimea declivității se exprimă prin valoarea numerică a tangentei unghiului pe care-l face linia roșie cu orizontala. Practic, ea se exprimă prin creșterea înălțimii pe unitatea de lungime; la drumuri ea se exprimă pentru 100 m.

Declivitatea maximă și excepțională, în funcție de viteza de proiectare (viteza de circulație admisă), racordarea declivităților în plan vertical și razele de racordare în plan orizontal ale curbelor sînt reglementate prin STAS 863-49.

Secțiunea verticală normală pe axa căii de comunicație se numește *profil transversal* (fig. 116, *a*). Acesta este alcătuit din părți orizontale sau suborizontale (cu panta 1—4%), numite *platforme* sau *banchete* și părți înclinate numite *taluzuri*. Înclinarea banchetei permite scurgerea apelor de pe platformă.

Bancheta este consolidată în raport cu necesitățile circulației și constă din *fundația drumului* — construcție rezistentă la partea inferioară — și *îmbrăcămintea drumului,* suprapusă fundației.

Fundația servește la preluarea forțelor pe care vehiculele le exercită asupra îmbrăcămintei, pe care le repartizează în adîncime pînă la terenul de fundație, pe o suprafață cît mai mare, astfel ca terenul să fie încărcat în limita deformațiilor admisibile.

Rezistența în timp a unei fundații de drum este determinată de constituția geologică a terenului de fundație, instensitatea traficului, materiale de construcție folosite, climat, compactare și drenajul executat.

Complexul de strate ce alcătuiesc terenul de fundație, fundația și îmbrăcămintea drumului, constituie *sistemul rutier* (fig. 116, *b*).

A. CERCETĂRILE GEOLOGICE TEHNICE PENTRU CONSTRUCȚIA UNUI DRUM

În cadrul studiilor geologice tehnice pentru drumuri se cercetează și se lămuresc următoarele probleme principale:

— morfologia zonei în care se va construi drumul;

— constituția geologică a zonei, cu aprecieri asupra proprietăților fizico-mecanice ale rocilor;

— condițiile hidrologice și hidrogeologice zonale;

— fenomenele fizico-geologice;

— materialele naturale de construcție din regiune.

Scanned with OKEN Scanner

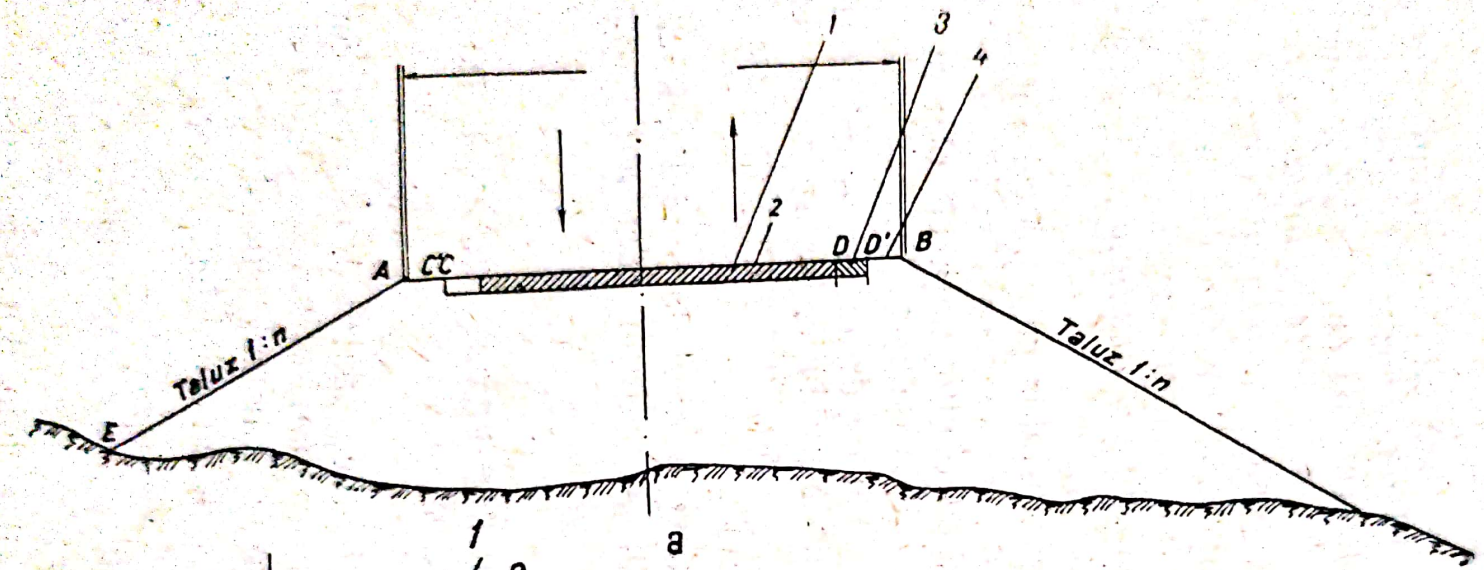


Fig. 116. Profilul transversal al unui drum:
a — profil general; 1 — platformă; 2 — parte carosabilă; 3 — bandă de încadrare; 4 — parte din acostament neconsolidată; *b* — detaliu; *I* — suprastructură (corpul şoselei); 1 — îmbrăcăminte; 2 — fundaţii; 3 — parte carosabilă; 4 — acostament; 5 — bandă de încadrare; *II* — Infrastructură; 6 — patul şoselei.

Rezolvarea acestor probleme va permite alegerea variantei celei mai favorabile, fixarea judicioasă a lucrărilor de artă, dimensionarea corectă a drumului, amenajarea scurgerii apelor de suprafață și drenarea celor subterane, stabilizarea taluzurilor etc.

Din punct de vedere morfologic, este necesar să se arate dacă drumul străbate regiune de șes, de deal, sau de munte.

In regiunile de șes, obstacolele naturale ce trebuie învinse și amenajările sînt neînsemnate. Declivitățile în zona de cîmpie sînt mici și nu au lungime mare: singurele puncte cu declivitate sînt contactele dintre terase și cîmpii. Fenomenele fizico-geologice în zona de cîmpie nu sînt dezvoltate. Problema cea mai grea pe care o pune construirea unui drum printr-o astfel de regiune este traversarea rîurilor și a fluviilor, care necesită lucrări de artă de lungimi mari (podul de peste Mureș de la Radna, podurile de peste Dunăre de la Giurgeni—Vadul-Oii, și Fetești—Cernavodă, podul de peste Siret la Doaga—Cosmești etc.

In regiunile de deal, problemele puse de traseu sînt mai complicate. Aici văile traversate nu mai au deschideri atît de mari (Valea Doftanei, Valea Prahovei, Valea Teleajenului, Valea Putnei), dar traversările de pe un mal pe celălalt sînt mai frecvente, apar porțiuni lungi cu declivități accentuate (Dealul Negru), iar deplasările de teren impun luarea de măsuri speciale (drenuri, ziduri de sprijin), sau ocolirea zonelor afectate de deplasări, atunci cînd ele au caracter activ.

Uneori (de exemplu, între Unirea și Turda, Dealul Feleacului), traseul drumului trece chiar prin zone de pornitură ce prezintă momentan stabilitate. In asemenea cazuri, trebuie evitate pe cît posibil săpăturile, iar apele vor fi îndepărtate prin drenuri și rigole.

In regiunile de deal trebuie să se ia măsuri de combatere a torenților și acțiunii de eroziune a rîurilor asupra drumurilor (epiuri, gabioane, ziduri de sprijin etc.).

Cînd nu prezintă pante mai mari pe distanțe prea lungi, drumurile de coamă sînt preferate drumurilor de coastă, care pun probleme complicate de stabilitate și de traversare a văilor.

Regiunile de munte pun cele mai grele probleme la construirea unui drum. Aici, declivitățile ating valori maxime, razele de curbură sînt mici, gabaritele sînt reduse. Problemele cele mai importante care se pun în aceste regiuni sînt: stabilitatea drumului, combaterea torenților și eroziunii, traversarea zonelor de grohotiș (fig. 117) și a conurilor de dejecție nestabilizate,

Scanned with OKEN Scanner

influența zăpezilor și precipitațiilor abundente asupra drumului (drumurile Călimănești—Sibiu, Tg. Jiu—Simeria, Ilia—Lugoj, Piatra Neamț—Gheorgheni, Alba Iulia—Zlatna—Abrud—Cîmpeni—Turda etc.).

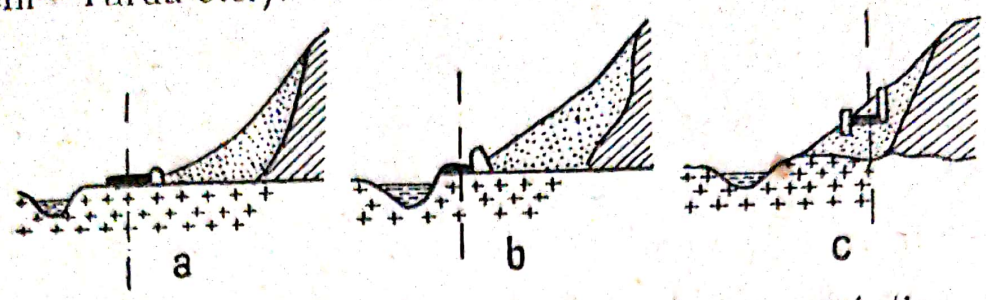


Fig. 117. Construirea drumurilor în regiuni cu grohotiș:
a – la baza grohotișului cu pantă mică ; *b* – la baza grohotișului cu pantă mare ; *c* – traversarea unei zone de grohotiș.

În zonele muntoase, drumurile de creastă sînt cele mai bune, dacă nu prezintă dificultăți în privința declivităților, curbelor și a lucrărilor de artă (fig. 118).

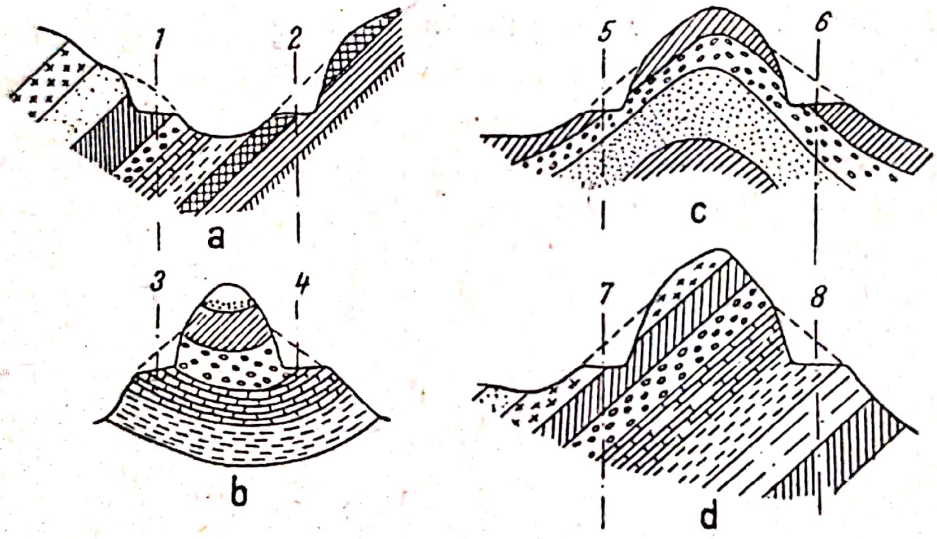


Fig. 118. Trasarea drumurilor în regiuni muntoase:
a – cazul trasării drumului pe pantele văii ; *1* – condiții prielnice ; *2* – condiții neprielnice ; *b, c, d* – cazul trasării drumului pe diferite pante ale uneia și aceleiași înălțimi a muntelui ; *3* și *4* – variante care asigură stabilitatea terasamentului ; *5* și *6* – nici una din variante nu asigură stabilitatea terasamentului ; *7* – condiții nefavorabile pentru construirea drumului ; *8* – condiții favorabile.

Drumurile de coastă sînt preferate atunci cînd se realizează în terenuri uscate și nealterate, și mai ales cînd stratele înclină în contrapantă (fig. 119).

Drumurile de vale prezintă greutăți în cazul defileurilor (valea Oltului) și al văilor torențiale. În cazul cînd nu este posibil să se lărgească gabaritul drumului (așa cum se întîmplă pe șoseaua Anina—Bozovici), este necesar să se sape un semi-

Scanned with OKEN Scanner

tunel (șoseaua Orșova—Cozla) sau chiar un tunel (Bicaz—Lacul Roșu).

Observarea geologică nu se va limita numai la traseul propriu-zis, ci va cuprinde o zonă mai largă, în vederea alegerii

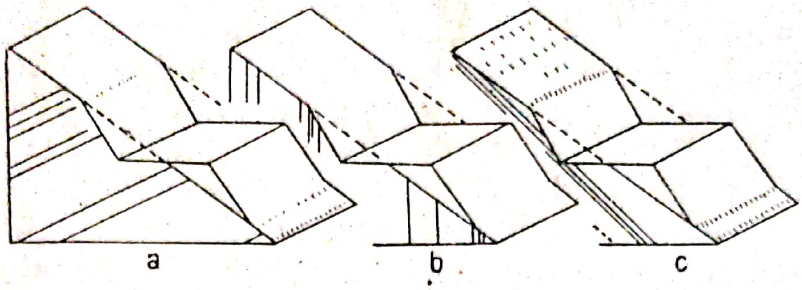


Fig. 119. Săpătura drumului în raport cu înclinarea stratelor :

a — în contra pantă (favorabil) ; 2 — în strate verticale (favorabil) ; 3 — în strate conforme cu panta (nefavorabil).

traseului celui mai favorabil din punct de vedere geologic. O hartă ce ar cuprinde numai traseul drumului nu ar fi suficientă pentru înțelegerea particularităților geologice ale traseului.

În mod deosebit trebuie consemnate următoarele date :

— compoziția petrografică și condițiile de zăcămînt ale rocilor, pînă la adîncimea care interesează construcția drumului ;

— comportarea rocilor la săpătură ;

— rezistența și stabilitatea lor ;

Dacă traseul străbate o zonă constituită din roci stîncoase, se prevăd măsuri de asigurare numai în punctele în care rocile sînt alterate sau fisurate. Aceste măsuri constau din protecția taluzurilor prin acoperire cu pămînt vegetal sau cu brazde (pereare) drenaje sub formă de picioare, șa sau arc, acoperire cu plăci de beton, ziduri uscate.

Cînd traseul străbate roci moi, este necesar să se execute încercări de laborator pentru determinarea proprietăților fizico-mecanice ale terenurilor ce interesează în construcția drumului. Adîncimea pînă la care se iau probele este cel puțin pînă la limita zonei active definită conform STAS 3300-52.

De asemenea, este necesară cercetarea condițiilor hidrologice ale traseului și anume : precizarea regimului apelor de suprafață, datele referitoare la schimbarea albiilor și comportarea lor în timpul inundațiilor, debitele maxime și minime, nivelele de etiaj și viitură. Aceste date servesc la alegerea amplasamentelor și tipurilor de lucrări de artă ce se execută pentru traversarea cursurilor de apă, pentru stabilirea cotei drumului în vecinătatea apelor curgătoare și a lucrărilor de apărare.

Scanned with OKEN Scanner

Ca măsuri de prevenire și combatere a acțiunii apelor de suprafață se folosesc, de la caz la caz :

— bateri de piloți, în cazul terenurilor moi cu consistență scăzută ;

— ziduri de sprijin, cînd există un teren de fundație sănătos și rezistent ;

— injecții, plombări sau ancorări, în cazul rocilor stîncoase fisurate și injecții în rocile poroase ;

— lucrări de stingere a torenților ;

— șanțuri de gardă, rigole și drenuri pentru colectarea și evacuarea apelor de precipitații, împiedicînd infiltrarea lor ;

— gabioane, epiuri, rectificări locale ale cursului de apă pentru evitarea eroziunilor.

Studierea condițiilor hidrogeologice regionale va permite determinarea relațiilor dintre apele subterane și terenul de fundație precum și măsurile ce trebuie luate pentru prevenirea și combaterea acțiunii distrugătoare a acestor ape. Dacă apele subterane influențează în mod nefavorabil proprietățile terenului de fundație se recomandă :

— captarea izvoarelor ;

— drenarea apelor subterane ;

— asanări.

Din apele de suprafață și subterane se iau probe pentru analize, în scopul determinării agresivității față de betoane (după STAS 3349-52 și 790-49) și pentru alimentarea cu apă (STAS 1342-50).

Procesele geologice dinamice externe din zona drumului vor fi cercetate în mod special.

Măsurile de prevenire și consolidare a deformațiilor ce pot lua naștere se precizează de la caz la caz, în funcție de natura și mărimea lor. Cînd măsurile preconizate nu pot asigura stabilitatea drumului sau acestea ar costa prea scump, trebuie să se studieze posibilitățile de deviere a traseului.

Cercetarea rezervelor de materiale naturale de construcție din regiune se face în vederea unei asigurări rapide și puțin costisitoare a lucrării cu asemenea materiale. Pe hartă se vor consemna amplasamentele carierelor în exploatare, date privind calitatea și rezervele, precum și capacitatea de livrare a carierelor. Pe baza cercetărilor efectuate se fac propuneri pentru deschiderea de noi cariere.

În afara acestor probleme de metodologie generală, la executarea unui drum mai pot apărea, în anumite cazuri, următoarele situații speciale de construcții :

Scanned with OKEN Scanner

Necesitatea executării drumului în rambleu. Un astfel de drum ridică probleme privind tasarea și compactarea lui, stabilitatea taluzurilor și protejarea acestora împotriva eroziunii.

Starea de tasare a unui teren se definește prin gradul lui de compactare, adică prin greutatea granulelor solide cuprinse în unitatea de volum aparent. Compactarea este operația prin care se reduce volumul aparent, adică se îmbunătățește aranjarea relativă a granulelor terenului, prin mijloace mecanice corespunzătoare. Eficacitatea compactării este determinată de:

— lucrul mecanic folosit;
— conținutul în apă al terenurilor;
— metoda de compactare folosită;
— natura terenului compactat.

În privința asigurării stabilității umpluturilor (rambleurilor) se vor avea în vedere următoarele:

— folosirea de materiale consistente, stabile — uscate, înlăturîndu-se materialele mîloase, marnoase, cu conținut organic și cele înghețate;

— evitarea zonelor în care stratele înclină conform cu panta; în cazuri extreme trebuie să se ia măsuri corespunzătoare pentru asigurarea stabilității;

— rambleul se leagă de terenul în loc prin trepte de înfrățire, prevăzute cu drenuri pentru scurgerea apei;

— materialul folosit se compactează la umiditatea optimă de compactare și la un lucru mecanic stabilit prin încercări de laborator;

— compactarea se execută în strate subțiri;

— înălțimea taluzului crește pe măsura compactării materialului;

— taluzurile rambleului vor fi stabilite prin încercările de laborator asupra materialului folosit pentru rambleiere.

La drumuri, pentru ramblee și deblee mici, se recomandă taluzuri de 1 : 2, 1 : 3, și chiar mai mici; pentru ramblee între 2 și 10 m înălțime se execută taluzuri de 1 : 1,5, iar pentru deblee 1 : 1.

În cazul rambleelor mai înalte de 2 m, taluzurile se fac cu panta variabilă: pe primii 2 m, în partea inferioară, se adoptă taluzuri de 1 : 3, iar în rest de 1 : 1,5. Pentru ramblee mai înalte de 10 m, înclinarea taluzurilor se determină prin calcule de stabilitate.

În terenurile cu roci necoezive, stabilizarea taluzurilor este o operație dificilă. De aceea, se recomandă evitarea traseelor

Scanned with OKEN Scanner

de coastă, în special a celor ce reclamă săpături, mai ales cînd taluzul drumului este conform cu înclinarea stratelor.

Executarea drumului prin zone de grohotiș. Aceste zone sînt periculoase mai cu seamă atunci cînd grohotișul este activ și trebuie evitate, pe cît posibil. Cînd nu pot fi evitate, în general ele se traversează prin partea superioară, unde sînt mai puțin active. În aceste cazuri, se iau măsuri de consolidare a lor, prin cimentări, sau se execută lucrări de apărare (ziduri de sprijin, traversări în tunel). Totodată se determină condițiile hidrogeologice ale zonei de grohotiș, în vederea stabilirii necesității de executare a lucrărilor de drenare.

În schimb, grohotișul este un material de construcție foarte bun pentru drumuri, reprezentînd un amestec natural de elemente cu diferite dimensiuni și avînd forma unghiulară sau subangulară.

Traversări prin conuri de dejecție. Aceste zone sînt dificile mai ales în terenurile constituite din roci necoerente și cu regim eroziv activ (văile Dîmbovița, Bîsca, Doamnei etc.), unde sînt necesare lucrări de întreținere, deoarece materialul proluvial poate invada platforma drumului în perioadele de viituri.

Trasarea drumurilor prin zone cu conuri de dejecție active se face în aceleași condiții ca și prin grohotișuri.

Folosirea materialului din conurile de dejecție ca material de construcție este determinată de conținutul în fracțiuni argiloase.

Zonele în care drenajul natural nu este suficient necesită efectuarea de drenaje, pentru colectarea și îndepărtarea apelor de suprafață și a celor de adîncime pînă la 2 m. Cînd nivelul hidrostatic este aproape de suprafața terenului se prevede executarea de drenaje adînci, independent de tipul de îmbrăcăminte al drumului.

O atenție deosebită se va da și prevenirii degradării drumurilor prin îngheț.

Observațiile geologice făcute pe teren vor fi completate prin lucrări de explorare și laborator.

Lucrările de explorare constau din puțuri și foraje manuale.

În general, volumul acestor lucrări este determinat de:

— uniformitatea morfologică și geologică a traseului;

— schimbarea cotei (volumului) de săpături;

— schimbarea profilului drumului (debleu, rambleu, profil mixt);

— condițiile hidrogeologice ale zonei;

— natura și frecvența proceselor geologice dinamice externe.

Scanned with OKEN Scanner

Probele de teren recoltate sînt analizate în laborator pentru determinarea proprietăților fizico-mecanice. Analizele se fac conform STAS-urilor în vigoare. Pentru rocile stîncoase, analizele se execută conform STAS 730-49; pentru pămînturile definite conform STAS 1243-50, se efectuează următoarele determinări: analiza granulometrică, greutatea specifică, greutatea aparentă, umiditatea, limite de plasticitate, compresibilitate, forfecare și indice de capacitate portantă.

Capacitatea portantă a terenului este sarcina maximă admisibilă pe unitatea de suprafață, a terenului de fundație, pentru a fi asigurată stabilitatea lui. Pentru drumuri, se folosește *indicele de capacitate portantă* a terenului ce reprezintă rezistența la penetrare a unei probe de pămînt compactată în laborator.

Compactarea la îngheț a terenurilor se determină conform STAS R 1709-50.

B. ÎNTOCMIREA STUDIULUI

Studiul geologic tehnic pentru un drum conține următoarele:

I. *Tema*

II. *Considerații morfologice*

III. *Considerații geologice:*
- petrografie
- tectonică
- seismicitate.

IV. *Considerații hidrologice și hidrogeologice:*
- zone inundabile
- izvoare (debite)
- agresivitatea apelor.

V. *Fenomene fizico-geologice:*
- deplasări de teren
- eroziuni
- zone de alterație și grosimea lor
- zone cu deflație intensă.

VI. *Proprietățile fizico-mecanice ale rocilor,* cu mențiune specială asupra indicelui de capacitate portantă.

VII. *Considerații speciale asupra traseului* (descrierea traseului pe kilometri — cu caracterizarea fiecărui tronson, măsurile ce trebuie luate și lucrările de artă necesare).

VIII. *Materiale de construcție* (și studiul materialelor din gropile de împrumut).

IX. *Concluzii și recomandări*

Materialul grafic:
- harta generală a regiunii în care se va executa drumul;
- planul de situație (bandă) ridicat la scara corespunzătoare;
- schița geologică a regiunii;

Scanned with OKEN Scanner

— profilul longitudinal al drumului, pe care se marchează declivitățile, cota roșie, lucrările de artă și curbele ;

— profile transversale în puncte caracteristice (alunecări, ramblee înalte, săpături mari cu consemnarea măsurilor recomandate) ;

— rezultatele analizelor încercărilor fizico-mecanice a probelor extrase din lucrările de explorare efectuate ;

— buletinele analizelor chimice ale apelor ;

— fișele de stratificație din lucrările de explorare executate.

Cap. XIII. CĂI FERATE

Calea ferată este calea de comunicație terestră destinată circulației vehiculelor prin rulare pe șine sau pe cabluri. După poziția față de nivelul terenului, se deosebesc :

— căi ferate la nivelul terenului ;

— căi ferate subterane ;

— căi ferate aeriene.

În acest capitol se vor trata numai căile ferate de la nivelul terenului.

Calea ferată la nivelul terenului are șinele fixate pe traverse, așezate prin intermediul unui pat de balast pe o fîșie de teren amenajată în mod special, prin nivelarea suprafeței terenului natural, prin executarea de terasamente în rambleu sau în debleu, pentru a obține un traseu care să aibă în profil longitudinal declivitățile admise de normele tehnice și condiții de exploatare.

Pentru trecerea obstacolelor de pe traseu se fac poduri și viaducte, care susțin calea deasupra obstacolului, la nivelul porțiunilor de traseu vecine cu obstacolul, sau tuneluri care străbat obstacolul (munte-deal) realizîndu-se continuitatea fîșiei de teren pe care este amplasată calea.

Din punct de vedere al reliefului pe care este situată o cale ferată, se deosebesc :

a) *căi ferate alpine*, construite pentru exploatări forestiere, miniere sau scopuri turistice, care au declivități cuprinse între 40 și 60‰ și curbe cu rază mică (100—150 m);

b) *căi ferate montane*, situate în regiuni de munte, la care liniile principale pot avea declivități pînă la 24‰ și curbe cu

Scanned with OKEN Scanner

raza minimă de 300 m, iar liniile secundare pot avea declivități pînă la 30‰ și curbe cu raza minimă de 200 m. Traseul căilor ferate montane necesită lucrări de artă grele, ca de exemplu tuneluri. În general, ele se amplasează de-a lungul cursurilor de apă;

c) *căi ferate de deal*, care străbat regiuni deluroase. Liniile principale pot avea declivități pînă la 12‰ și curbe cu raza minimă de 500 m, iar liniile secundare pot avea declivități pînă la 20‰ și curbe cu raza minimă pînă la 300 m; în general, traseul lor reclamă construirea unor lucrări de artă mai simple;

d) *căi ferate de șes*, care străbat regiuni de șes. Se caracterizează prin aliniamente lungi, prin curbe cu raze mari (peste 700 m pentru liniile principale și peste 400 m pentru liniile secundare) și declivități sub 6‰, pentru liniile principale, respectiv sub 10‰ pentru liniile secundare.

Profilul căii ferate. Părțile esențiale ale căii ferate sînt infrastructura și suprastructura.

Infrastructura cuprinde terasamentele căii, lucrările de artă (poduri-pasaje), tunele și viaducte.

Asigurarea stabilității infrastructurii este legată de condițiile geologice tehnice ale traseului străbătut de calea ferată.

Elementul principal al infrastructurii este terasamentul, caracterizat atît prin profilul longitudinal, cît și prin profilul transversal.

Profilul longitudinal al căii ferate (fig. 120) este reprezentarea prin cote a suprafeței pe care se proiectează axa căii, cu indicarea desfășurării curbelor și mărimii terasamentelor, a podurilor, viaductelor, tunelurilor și pasajelor. Examinînd profilul longitudinal, se poate preciza pe ce întindere și ce volum este necesar să fie săpat sau umplut pentru a se obține o astfel de construcție care să nu depășească declivitățile admise.

Profilúl transversal al terasamentului este planul vertical normal pe axa terasamentelor.

În profilul transversal al terasamentului se disting următoarele elemente (fig. 121).

1. Profilul transversal al suprafeței terenului natural.

2. Punctele de ieșire ale taluzului în ramblee și deblee la suprafața terenului natural, numite *muchiile taluzurilor*.

3. Punctele extreme ale planului de bază ale terasamentului, numite *muchiile terasamentelor*.

4. Lățimea terasamentelor (distanța dintre muchiile terasamentului).

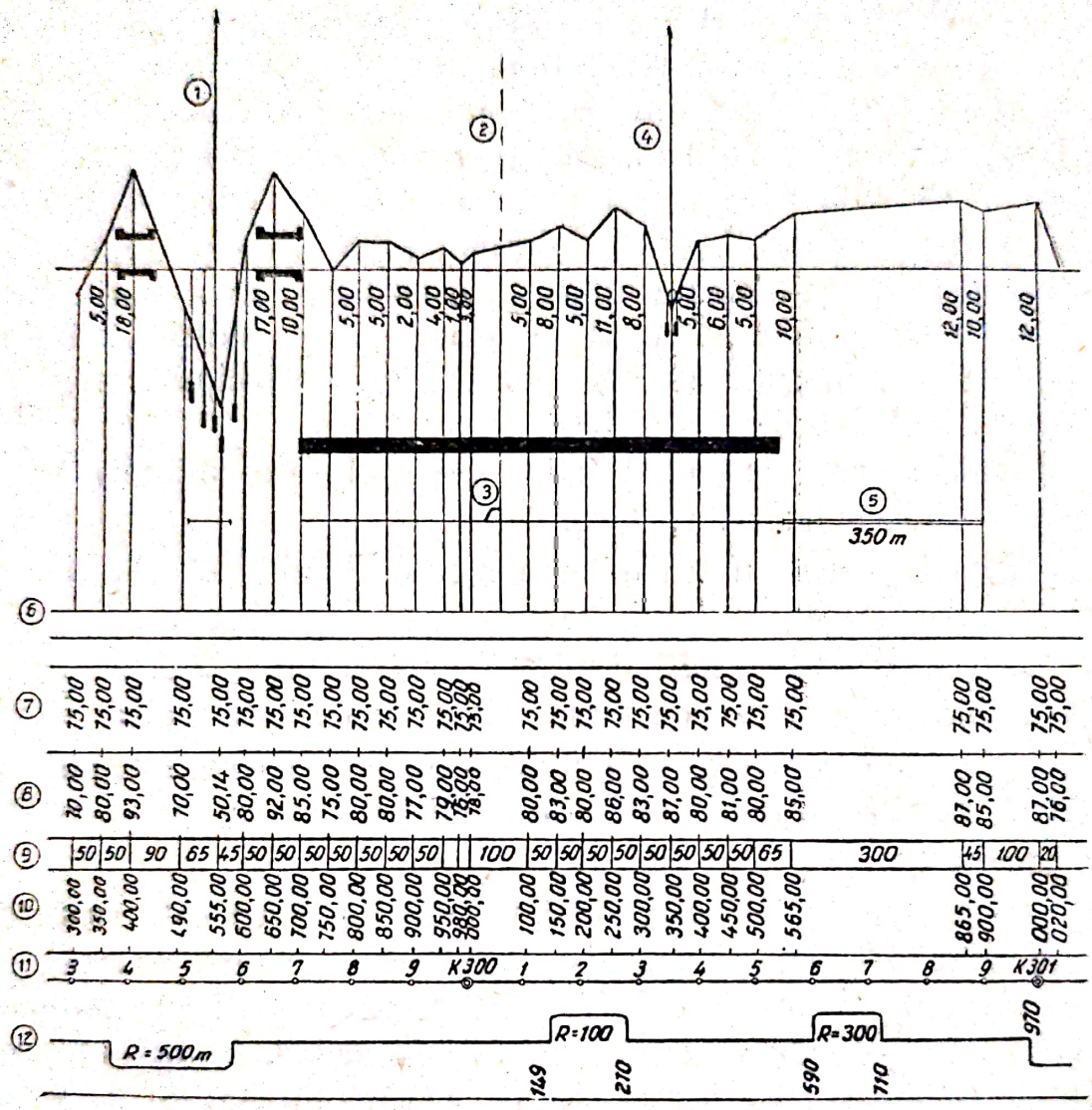


Fig. 120. Profilul longitudinal al căii ferate:

1 — viaduct ; 2 — clădire călători ; 3 — zid de sprijin ; 4 — podeț ; 5 — semiviaduct de coastă ; 6 — linia de referință ; 7 — cota platformei ; 8 — cota trenului ; 9 — distanță între picheți ; 10 — distanțe cumulate ; 11 — kilometraj ; 12 — raza de curbură.

5. Bancheta terasamentului (spațiul cuprins între muchia terasamentului și baza taluzului prismei de balast).

6. Panta taluzurilor rambleului sau debleului.

7. Cota terasamentului (cota roșie).

8. Înălțimea rambleului sau adîncimea debleului.

Scanned with OKEN Scanner

9. Contrabancheta sau bancheta șanțului (suprafața orizontală cuprinsă între piciorul taluzului unui debleu și marginea șanțului de colectare a apelor).

10. Groapa de împrumut — excavația la suprafața terenului, de formă regulată, largă și puțin adîncă, executată în apropierea traseului căii ferate, în lungul lui și paralel cu axa acestuia, pentru a extrage pămîntul necesar executării sau completării rambleelor.

11. Cavalierele — construcții de pămînt ce se execută la partea superioară a debleelor la o anumită distanță de marginea taluzului.

12. Șanțuri de scurgere pentru evacuarea apelor, care adună apele de pe taluzele debleului sau rambleului și de pe platforma terasamentelor căii.

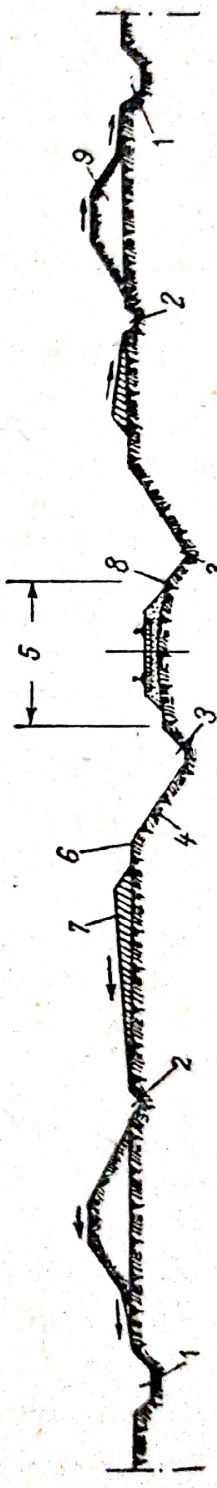


Fig. 121. Profilul transversal al căii ferate:
1 — șanț de apărare; *2* — șanțul dintre depozitul de pămînt și cavalier; *3* — șanț de scurgere; *4* — taluz; *5* — platforma căii; *6* — muchia superioară a debleului; *7* — depozit; *8* — muchia platformei căii; *9* — cavalier.

A. CERCETAREA GEOLOGICĂ A TRASEULUI CĂII FERATE

La alegerea unui traseu de cale ferată, în cadrul cercetărilor de teren ce se efectuează, trebuie să se aibă în vedere următoarele:

— alegerea unui traseu cu declivități cît mai mici și curbe cu raze cît mai mari;

— terenul de fundație al infrastructurii să se prezinte în cele mai bune condiții de stabilitate și capacitate portantă;

— asigurarea împotriva acțiunii destructive a apelor (inundații, eroziune);

— apărarea împotriva înzăpezirii și avalanșelor.

Cercetările tehnico-geologice și geotehnice pentru căi ferate se execută conform STAS 5092/55 care prevede studierea următoarelor elemente:

— morfologia văii sau traseului;

— rețeaua hidrografică;

— caracterul văilor, schimbarea, albiilor, inundații;

— debitele caracteristice și nivelul la etiaj;

— stratificația rocilor în zona traseului ;
— nivelul pînzei freatice din zona traseului și stratelor acvifere în adîncime ;
— stabilitatea generală a traseului ;
— zonele puțin stabile, inundabile, mlăștinoase, surpări, alunecări ;
— caracteristicile geotehnice și fizico-mecanice ale terenului în zona traseului conform STAS ;
— capacitatea portantă a terenului de fundație, conform STAS 1339/50 și STAS 2576/51 ;
— comportarea terenurilor la îngheț, conform STAS R 1709/50 ;
— materiale de construcție ;
— agresivitatea apelor față de betoane, conform STAS 3349/52 ;
— alimentarea cu apă ;
— clima.

În cadrul cercetărilor geologice, studiul traseului de cale ferată comportă mai multe faze, în funcție de stadiul de proiectare. Principala problemă, ce se pune de la începutul studiului, este găsirea unui traseu, în lungul căruia terenul să ofere condiții de stabilitate, sau alegerea unui traseu care să străbată cît mai puține zone afectate de deplasări de teren (alunecări, curgeri, prăbușiri), care ar necesita lucrări suplimentare speciale, în general foarte scumpe. La alegerea traseului trebuie să se țină seama că prin construirea unei căi ferate, condițiile naturale de echilibru ale mediului se schimbă. Trebuie să se aprecieze ce consecință va avea acest fapt și care sînt măsurile ce urmează a fi luate pentru prevenirea deteriorării căii ferate.

De aceea, este necesară efectuarea unei cartări geologice tehnice. Pe harta geologică tehnică se vor nota toate elementele oferite de teren, care prezintă interes pentru lucrare :

— constituția geologică a regiunii (litostratigrafie și tectonică);
— procese geologice-dinamice (eroziuni, abrupturi, carst, sufozii, crovuri, deplasări de teren, zone de sedimentație eoliană intensă);
— relațiile structurale dintre versanți și roci ;
— zone de mlaștini sau înmlăștiniri ;
— caracterul și intensitatea eroziunii apelor curgătoare ;
— tipurile de relief și geneza lor.

Cartarea geologică va trebui să pună în evidență zonele defavorabile construcției căii ferate cum ar fi :

Scanned with OKEN Scanner

— zonele constituite din roci solubile sau din roci cu ciment solubil (sare, gips, gresii gipsifere sau cu ciment argilos);

— zonele constituite din roci puternic alterate sau necoerente cum ar fi : zonele de milonite, zonele din fruntea pînzelor tectonice, zonele de grohotișuri, deluviile groase din zonele montane, zonele de alterație a rocilor etc. ;

— zonele constituite din roci cu proprietăți tixotropice cum ar fi argilele și marnele saliferului din Subcarpați. Prezența acestor tipuri de roci creează dificultăți atît în timpul executării construcției cît și în timpul exploatării, necesitînd lucrări de reparații și întreținere.

Exemple de terenuri de fundație slabe pentru terasamentul căii ferate sînt tronsoanele de cale ferată Cojocna—Apahida (roci cu proprietăți tixotropice și săruri solubile) și Predeal—Timișul de Sus (deluviu cu grosimi mari și zone în care se produc prăbușiri de blocuri din versanți).

Comportarea taluzurilor. Deplasările de teren se produc mai ales în zonele în care terasamentul este construit în debleu. Din cauza săpăturilor efectuate, combinate cu acțiunea de infiltrație a apelor și gelivației, taluzurilor își pierd stabilitatea și încep să alunece.

Stabilitatea taluzurilor cu o anumită înălțime depinde de valoarea unghiului de pantă, greutatea volumetrică a rocilor, de unghiul de frecare internă și de coeziune. Înălțimea taluzului poate fi admisă cu atît mai mare cu cît greutatea volumetrică este mai mică și cu cît coeziunea este mai mare ; de asemenea, înălțimea taluzului poate fi admisă cu atît mai mare, cu cît unghiul de pantă este mai mic (panta este mai ușoară) și cu cît unghiul de frecare internă este mai mare.

Dacă pentru un teren se stabilește un profil tip al taluzului, indiferent de înălțimea lui, acest lucru este echivalent cu folosirea diferiților coeficienți de stabilitate ai taluzului, cu înălțimi diferite.

Înclinarea taluzurilor terasamentului în debleuri se fixează separat pentru fiecare sector de linie, în raport cu proprietățile fizice și mecanice ale terenurilor, precum și în funcție de condițiile geologice și hidrogeologice, ținînd seama de procesul de uscare și degradare (în cazurile cînd nu se iau măsuri speciale de apărare).

În cazul în care debleul este săpat în argilă, taluzul se calculează după formula stabilității versantului ; în plus se efectuează lucrări suplimentare pentru asigurarea taluzului contra spălării. Argilele care conțin blocuri în ele (brecii deluviale),

Scanned with OKEN Scanner

avînd o frecare interioară mai mare mențin mai bine taluzurile ; taluzurile constituite din argile cu nisip fin se protejează contra șiroirii, prin plantare și înierbare.

Loessul și pămînturile loessoide, în condiții de umiditate scăzută, mențin taluzuri la pante mari, uneori chiar verticale.

Dacă terenurile în care se sapă taluzurile prezintă grade de umidități diferite, zonele cu umiditate mai mare vor avea pante mai mici, iar cele uscate (de obicei la partea superioară a taluzului) vor avea pante mai mari.

La rocile stîncoase și semistîncoase, stabilitatea taluzului depinde de modul de zăcămînt al rocii, structura, textura, gradul de fisurare și alterare al rocii.

În funcție de relațiile dintre versanți și înclinarea rocilor, debleul poate avea un profil asimetric : pe versantul cu înclinări conforme — pante mici, iar pe cel cu strate în contrapantă, pante mai mari. Același lucru este valabil și pentru zonele fisurate.

Rocile metamorfice cu textură șistoasă nu oferă condiții satisfăcătoare de stabilitate a versanților în săpătură. Din versanții săpați în astfel de roci se desprind blocuri (linia Bumbești—Livezeni) care periclitează circulația ; în astfel de zone sînt necesare lucrări de apărare (tunele, curățirea versanților și fixarea terenurilor).

În zonele cu deplasări de teren, sau în alte condiții nefavorabile, unghiul taluzurilor se precizează pe baza cercetărilor geologice-tehnice și hidrogeologice detaliate.

La executarea debleelor în terenuri stîncoase, expuse alterării intense și care pot genera prăbușiri, este necesar ca la baza taluzurilor să se construiască berme, care să împiedice blocarea liniei și obstruarea șanțurilor de scurgere cu material căzut de pe taluzuri.

Consolidarea taluzurilor se poate face în funcție de condițiile pe care le oferă terenul, prin una din metodele prevăzute în STAS 2916/51 :

a) însămînțarea simplă sau cu adaos de teren vegetal ;

b) brăzduire simplă sau cu gărdulețe ;

c) plantații — mai ales la partea inferioară a taluzului, supusă inundațiilor și valurilor — pînă la cel puțin 1,5 m deasupra nivelului maxim al valurilor ;

d) acoperirea cu nuiele sau fascine a terenurilor ce stau în permanență sub apă ;

Scanned with OKEN Scanner

e) taluzurile cu pantă pînă la 1/1 se pot acoperi cu pereuri, pînă la o înălțime ce depășește cu 0,50 m nivelul maxim al valurilor; pereurile vor fi fundate pe anrocamente sau blocuri de betoane;

f) protejare cu anrocamente, la cursurile cu viteză mare;

g) protejare cu gabioane în zonele în care lipsesc anrocamentele;

h) protejare prin metode mixte.

Consolidarea șanțurilor în loessuri, pămînturi macroporice, balast, nisipuri argiloase în care apa se infiltrează, se face prin impermeabilizare, care se realizează prin brăzduire sau prin pereere cu piatră brută cu bolovani pe un strat de balast, pînă la o înălțime de 1,5 m, deasupra nivelului maxim de curgere a apelor.

Cînd panta de curgere este prea mare, se fac praguri, trepte, cascade.

Stabilitatea terasamentului. Problemele ridicate de executarea și asigurarea stabilității traseelor în rambleu sînt mult mai grele decît cele puse de traseele în debleu. La construirea rambleului trebuie luate măsurile de prevedere pentru asigurarea stabilității, prin legarea lui de versant (fig. 122), deoarece stricarea condițiilor de echilibru ale rambleului provoacă deraeri catastrofale.

Pentru executarea rambleelor nu sînt admise mîlurile, rocile solubile sau cu ciment solubil, argilele cu proprietăți tixotropice

Fig. 122. Legarea rambleului de versant:
a – cu contrabanchete din piatră; *b* – cu ziduri de sprijin; 1 – drenaj.

și argilele grase. La executarea rambleelor cu înălțimi pînă la 6 m se admite folosirea zgurei, a rocilor cretoase și a celor tufogene, cu respectarea anumitor reguli speciale de execuție. De asemenea, sînt admise pămînturile permeabile și slab permeabile a căror umiditate naturală nu depășește jumătate din suma

Scanned with OKEN Scanner

limitelor inferioare de plasticitate și curgere. În general, este recomandabil ca rambleele să fie executate din pămînturi omogene.

În anumite cazuri, panta taluzului rambleului se stabilește separat pentru fiecare tronson în parte, pe baza cercetărilor geologice și a calculelor de stabilitate. Aceste cazuri sînt:

— rambleele cu înălțimi mai mari de 12 m;
— rambleele realizate pe coaste abrupte;
— taluzurile cu baza nestabilă, de orice înălțime;
— taluzurile ce se prăbușesc sau sînt supuse afuierii;
— rambleele executate pe terenuri mlăștinoase.

Condițiile de realizare și execuție a rambleelor sînt foarte variate, datorită atît terenului de fundație cît și materialelor folosite pentru executarea lor. Studiul rambleelor, în special pe terenuri slab coerente sau necoherente și din pămînturi argilo-nisipoase, este de domeniul geotehnicei.

Înfoierea rocilor. Valoarea îndesării proprii a materialului ce constituie umplutura terasamentului se stabilește în afara sarcinilor transmise de construcție și de teren, și în funcție de gradul de înfoiere a materialelor folosite.

Gradul de înfoiere a unor tipuri de roci

Tipuri de teren	Înfoierea volumului %	
	temporară	remanentă
Pămînturi nisipoase	8—17	1 —2,50
Turbă, pămînt vegetal	20—30	1,5—5
Pămînturi argiloase	24—30	4 —7
Argile grase	26—32	6 —9
Cărbune șistos, marne	33—37	11 —15
Terenuri pietroase	30—45	10 —20
Roci stîncoase	45—50	20 —30

Prin săpare, rocile se fărămițează în bucăți mai mici, care prin înfoiere ocupă un volum mai mare decît cel al rocii în stare naturală în zăcămînt și diferă de la rocă la rocă.

Înfoierea este mai mare la rocile mai tari și masive (rocile stîncoase). Acestea se desfac în bucăți de forme diferite care nu se așază regulat și formează goluri. La rocile moi și la cele necoerente, golurile sînt umplute de elementele mici, iar înfoierea este mai mică. Cea mai mică înfoiere are pietrișul la care golurile sînt umplute cu nisip.

Înfoierea poate fi temporară și remanentă. *Înfoierea temporară* este mărirea volumului produsă imediat după dislocarea

Scanned with OKEN Scanner

rocii la încărcarea și transportul ei : înfoierea temporară are ca efect mărirea volumului de transport, mărirea volumului de lucrări și a costului lor. Mărirea de volum ce rezultă după tasarea pămîntului săpat, față de volumul rocii în stare naturală, se numește *înfoiere remanentă*.

La lucrările mari de terasamente, trebuie stabilită atît înfoierea temporară cît și cea remanentă ; terasamentele trebuie supraînălțate cu diferența dintre aceste două valori, pentru a obține, după tasarea materialului întrebuințat, înălțimea corespunzătoare.

Comprimarea mecanică a umpluturilor a arătat că unele pămînturi (argilele nisipoase și nisipurile argiloase) nu au înfoiere remanentă ci, după comprimarea artificială, volumul lor devine mai mic decît cel în stare naturală (eluvii, deluvii, proluvii, coluvii).

La rambleele executate pe versanți în care stratele înclină conform cu panta, încărcarea adusă de rambleu și de sarcina ce apare în momentul trecerii trenului poate provoca o alunecare conformă. În cazul în care rambleul este executat pe terenuri stîncoase, este necesar să se determine poziția planului principal de fisurare, deoarece cînd acesta este conform cu panta se poate produce o prăbușire. În astfel de cazuri se fac injecții de consolidare în zonele slabe sau lucrări de ancorare.

Terenul de fundație al rambleului trebuie să asigure stabilitatea construcției, în funcție de panta versantului, să aibă o capacitate portantă corespunzătoare sarcinilor transmise și să nu refuleze.

Condițiile hidrogeologice. La alegerea terenului unei căi ferate cunoașterea condițiilor hidrogeologice are o mare importanță, acestea avînd uneori un rol hotărîtor în buna funcționare a construcției. Apa este dușmanul cel mai de temut al terasamentelor. De aceea, este necesară atît cunoașterea regimului apelor de suprafață, cît și a celor subterane.

Apele de suprafață (dacă nu se asigură evacuarea lor imediată) pătrund prin infiltrație în terasament și provoacă mărirea umidității pămînturilor, ceea ce are ca urmare scăderea rezistenței lor, prin micșorarea unghiului de frecare internă și a coeziunii. Aceste fenomene sînt evidente în special la argilele cu proprietăți tixotropice și la cele ce conțin săruri.

Uneori, apa formează în corpul rambleelor pungi de apă sau de noroi, alteori erodează rambleele sau inundă debleele.

De aceea, pentru a se asigura rezistența și stabilitatea terasamentelor, acestea trebuie protejate de infiltrații, iar dacă terenul conține ape, trebuie asigurată drenarea.

Scanned with OKEN Scanner

Construcțiile pentru evacuarea apei trebuie să fie astfel dimensionate, încît apele colectate și captate să fie evacuate complet ; construcția lor trebuie să asigure îndepărtarea lor imediat de pe terasamente și să reziste acțiunii de eroziune a apelor colectate.

Pentru colectarea și îndepărtarea apelor se folosesc următoarele construcții :

— șanțuri de gardă ;
— rigole ;
— șanțuri pentru colectarea apelor ;
— șanțuri de scurgere ;
— șanțuri pentru îndepărtarea apelor ;
— construcții pentru regularizare (praguri, cascade);
— drenuri ;
— construcții pentru dirijarea apelor (banchete, contrabanchete);
— construcții pentru dirijarea apelor și îndepărtarea lor de la terasament (diguri, epiuri).

Pentru scurgerea apelor sînt folosite și gropile de împrumut, dar șanțurile de scurgere sînt de preferat deoarece prin ele apa se scurge mai repede.

Panta șanțurilor de scurgere nu trebuie să fie mai mică de 2‰ ; lățimea minimă a fundului acestor șanțuri este de 0,6 m.

În deblee este obligatorie construcția șanțurilor pe ambele părți ale platformei ; în general, panta acestora este egală cu panta longitudinală a terasamentului, dar nu mai mică de 2‰. La partea superioară a taluzului — pe platforma de deasupra lui — sau pe versant se construiesc în mod necesar șanțuri de gardă, pentru a evita inundarea debleelor cu apă.

Pentru ca șanțurile să funcționeze normal, este necesar să se respecte următoarele indicații :

— să se construiască șanțuri al căror fund să aibă pante maxime ;

— să se construiască șanțuri cu lungime cît mai mică (șanțul se trasează între cele două extreme ale lui după direcția cea mai scurtă);

— să se evite frîngerea axei în plan și săparea șanțurilor în curbă accentuată ;

— să se evite racordările brusce de la pante mari la pante mici pe profilul longitudinal al fundului șanțului și săparea șanțurilor cu pante prea mici ;

— să se evite modificarea bruscă a secțiunii șanțului în lungul axei lui ;

Scanned with OKEN Scanner

— fundul și taluzurile șanțurilor să aibă suprafețe netede, fără rugozități ;

— șanțurile să se dimensioneze corespunzător vitezelor admise, cînd particulele coloidale sînt peste 1 % ;

— să se compacteze terenul din fundul șanțului și de pe taluzurile lui ;

— să se cultive vegetație cu rădăcini pivotante, adînci, și cu tulpini ce se înalță puțin deasupra terenului ;

— șanțurile cu fundul îngust nu se brăzduiesc ;

— nu se pavează în formă de compartimente ;

— nu se preferă șanțuri cu fundul îngust și adîncimi mari ;

— pantele mari se prevăd în special în partea de jos a șanțului, nu în partea superioară.

Trebuie să se țină seama de faptul că împotmolirea șanțurilor se produce, în special, după ploile de intensitate mare. Particulele de pămînt suspendate în apă se depun odată cu scăderea vitezei apei. Colmatarea șanțului este favorizată și de sporirea rugozității fundului, care determină scăderea vitezei. Acest fapt se observă mai ales la șanțurile situate la baza taluzurilor abrupte.

Pentru a împiedica acțiunea apelor subterane asupra terasamentului, se execută lucrări speciale pentru colectarea și îndepărtarea lor. În general, aceste lucrări poartă numele de drenuri. Pentru ca să fie eficient, un dren trebuie să absoarbă cît mai repede și continuu apele subterane care periclitează soliditatea și rezistența terasamentelor și să le îndepărteze cît mai repede și continuu în locuri unde ele nu mai pot să dăuneze terasamentelor.

O atenție deosebită trebuie să se dea și măsurilor preventive, care pot micșora cantitatea de apă infiltrată de la suprafața terenului ; suprafețele terasamentelor să fie perfect nivelate, fără adîncituri care ar putea opri sau încetini scurgerea apei.

Tot în categoria drenurilor sînt cuprinse zidurile de sprijin prevăzute cu barbacane, rambleele și digurile filtrante, puțurile de colectare și puțurile absorbante.

În cadrul cercetărilor ce se execută pe teren, în vederea alegerii traseului de cale ferată, trebuie să se noteze toate aparițiile la zi ale apelor subterane (izvoare), determinîndu-se geneza și debitul lor. Traseul va ocoli zonele de apariție a izvoarelor, sau se vor lua măsuri pentru captarea acestora.

În zonele rambleelor de coastă, se va da atenție posibilității de pătrundere a apei în corpul rambleului care ar determina creșterea umidității pămînturilor, efectul final fiind deteriorarea terasamentului.

Pentru zonele în debleu, se vor arăta posibilitățile de apariție a izvoarelor în taluzurile debleului și măsurile ce trebuie luate ;

Scanned with OKEN Scanner

în cazul în care izvoarele apar după un aliniament, ele sînt colectate cu un dren longitudinal. Pătrunderea apei în rambleu se poate produce în punctele unde profilul trece din debleu în rambleu ; de aceea, în aceste puncte se execută lucrări speciale de evacuarea a apelor.

Concomitent, se recomandă să se ia măsuri pentru a preveni infiltrarea apei în pămînt, deoarece infiltrarea poate provoca deformații de terasamente și în terenurile de fundație. Printre aceste măsuri se citează : brăzduirea, pereerea, compactarea terenului de la suprafață, betonări impermeabile sau semipermeabile cu pămînt.

Deformațiile din taluzurile terasamentelor și din terenul de fundație. Deformațiile ce apar la o cale ferată sînt : *elastice* — cum este încovoierea șinii sub roți, *permanente* — în care concomitent cu deformația elastică se produce o tasare, determinînd o lăsare a căii ferate, și *plastice* — care atunci cînd ating limita critică au ca urmare distrugerea terasamentului (fig. 123).

Prin *stare plastică* se înțelege starea corpurilor solide în care se pot produce deformații permanente fără distrugerea lor. Asemenea deformații plastice au fost observate și în terasamente.

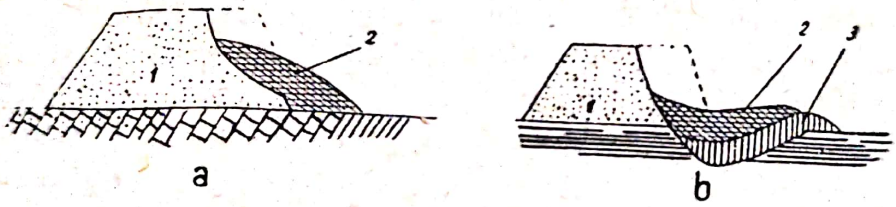


Fig. 123. Alunecări în rambleе (după V. Dragoș) :
a — rambleu pe fundament din roci tari ; *b* — rambleu pe fundament argilos ; *1* — rambleu ; *2* — masă alunecată din rambleu ; *3* — masă alunecată din fundament.

Gradul de stabilitate și soliditatea terasamentelor poate fi pus uneori în legătură cu trecerea pămînturilor în stare plastică, în special în partea inferioară și spre baza rambleelor înalte.

In cazul în care traseul căii ferate străbate o zonă afectată de deplasări de teren, în afara măsurilor de consolidare pentru asigurarea stabilității terenului este necesar un control al eficacității măsurilor luate și luarea de măsuri suplimentare, în raport cu schimbările ce se produc. In caz de instabilitate a taluzurilor deblelor se obișnuiește să se taie partea superioară a masivului ce alunecă, se micșorează panta lui, iar pămîntul rezultat din săpături este așezat la partea inferioară a masivului care susține

Scanned with OKEN Scanner

partea superioară, servind drept contrabanchetă naturală. În general, se urmărește micșorarea încărcării părții superioare luîndu-se măsurile corespunzătoare pentru evacuarea apelor.

Lucrările de protecție se execută în locuri unde se asigură funcționarea lor în cele mai bune condiții, adică în zone de teren stabile ; în zonele afectate de deplasări se execută lucrări provizorii pînă la stabilizarea terenului, urmînd ca apoi să se execute lucrări definitive. De aceea, în recomandările ce se fac cu privire la stabilizarea zonelor afectate de deplasări se arată nu numai lucrările ce se vor executa, ci și ordinea de executare a lor.

Terasamentele și părțile lor componente, sub influența a diferiți factori, suferă deranjamente ce conduc la deteriorarea căii ferate. Cele mai importante tipuri de deformații și vicii sînt :

— lăsăturile, care sînt afundări ale platformei căii, ce se produc relativ încet pe lungimi variabile ; ele sînt determinate fie de slaba rezistență a terenului de fundație, fie de tasarea terasamentelor ;

— albiile de balast care se formează în platforma căii, sub fiecare traversă separat, atunci cînd grosimea stratului de balast este insuficientă și cînd capacitatea portantă a platformei este prea mică (fig. 124);

— umflăturile superficiale, formate din cauza înghețului, în timpul iernii, a apei de suprafață care a pătruns în stratul de balast sau în straturile superioare ale terenului din platforma căii și a rămas acolo pînă la înghețare ;

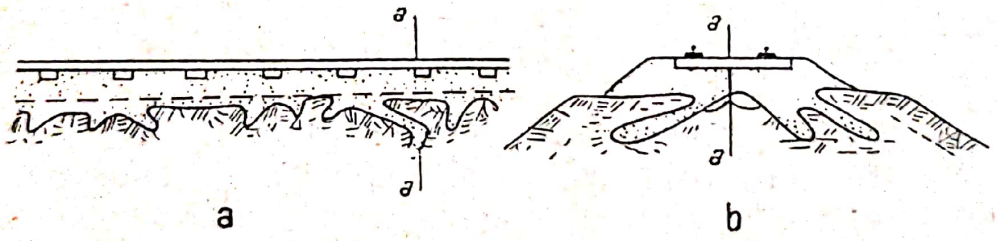


Fig. 124. Albii (pungi) de balast în terasamente :
a — profil longitudinal ; *b* — profil transversal.

— desfacerea terasamentelor, ce se produce uneori sub influența greutății proprii a rambleului și a terenurilor în circulație ; rambleul își modifică profilul (se întinde lateral, în special spre aval) și se îngroapă ;

— prăbușirile, care se produc în cazul în care terasamentul este executat pe un teren cu consistență scăzută sau curgătoare de tipul mlaștinilor, ce prezintă la suprafață o crustă. Prăbușirea se datorește calculului greșit sau sporirii sarcinii dinamice, datorită

Scanned with OKEN Scanner

trenurilor, pînă la o valoare inadmisibilă, în cazul schimbării regimului hidrogeologic etc ;

— spălarea, de către apele de șiroire, a suprafeței taluzului și afuierea care distruge terasamentul la baza lui (și aceasta este însoțită întotdeauna, mai mult sau mai puțin de o spălare).

Unii din acești factori pot fi observați direct (acțiunea lor manifestîndu-se la suprafața terenului) și se pot preciza măsurile necesare pentru prevenirea și combaterea lor. Factorii ce acționează în interiorul corpului terasamentului pot rămîne mult timp nedescoperiți și să se manifeste după un timp îndelungat (uneori după mai mulți ani), ele fiind declanșate uneori de acțiunea forțelor naturale cum ar fi de exemplu cutremurele de pămînt. De aceea, terasamentele, în special rambleele vechi înalte, trebuie supravegheate și cercetate permanent.

Deformațiile care se produc în terasament ca urmare a acțiunii cutremurelor sînt determinate de :

— proprietățile terenului de fundație ;

— proprietățile materialelor de construcție ale terasamentului ;

— profilul terasamentului ;

— înălțimea terasamentului ;

— tipul de consolidare a terasamentului ;

— morfologia terenului.

Efectele cutremurelor se manifestă, în cele mai multe cazuri sub formă de tasări, prăbușiri, crăpături transversale și longitudinale, alunecări de taluzuri. În primul rînd, sînt afectate profilele mixte, care se deformează chiar atunci cînd au ziduri de sprijin ; de aceea în zonele cu seismicitate însemnată profilele mixte trebuie evitate.

Rambleele și debleele suferă distrugeri cu atît mai mari, cu cît diferența dintre cota căii și cota inițială a terenului este mai mare ; în deblee se constată și deranjarea lucrărilor de colectare și evacuarea apelor.

Efectele cutremurelor sînt mai mari în terasamentele construite din materiale care au un unghi mic de frecare și umiditate ridicată. De asemenea, efectele cutremurelor sînt în funcție de morfologia terenului ; în zonele de cîmpie și văi, cutremurele determină apariția de crăpături și lăsături, iar în regiunile de munte prăbușiri și alunecări.

Harta geologică tehnică este baza de orientare în alegerea și definitivarea unui traseu de cale ferată. Tot pe baza acestei hărți se precizează lucrările de teren necesare pentru stabilirea stra-

Scanned with OKEN Scanner

tificației în lungul traseului, pentru stabilirea adîncimii nivelului apelor subterane și se extrag probe pentru încercări fizico-mecanice.

Pe o astfel de hartă trebuie reprezentate, în principal, petrografia și poziția rocilor în lungul traseului, aparițiile de izvoare, formele de teren și deplasările de teren după caracterul lor principal (alunecări, curgeri, prăbușiri, sufozii); de asemenea, se vor consemna zonele de eroziune și alte procese geologice dinamice ce pot afecta realizarea și exploatarea căii ferate.

Suplimentar se determină nivelele apelor subterane din zonă, se fac măsurători hidrometrice pentru precizarea cotelor terasamentelor (în zonele de intersecție sau paralele cu cursurile de apă) și se iau probe de apă pentru analiza chimică.

Din sondajele și puțurile ce se execută în lungul traseului, se extrag probe pentru determinarea caracteristicilor fizico-mecanice.

Programul cercetărilor se stabilește conform prevederilor STAS R 3504-52, iar lucrările de explorare se execută conform STAS 3413-52, STAS 1912-50, STAS 1242-50 și STAS 2576-51.

B. ÎNTOCMIREA STUDIULUI

Rezultatele cercetărilor servesc la :

— alegerea variantei celei mai favorabile pentru traseu ;

— fixarea amplasamentelor lucrărilor de artă ;

— dimensionarea sistemelor rutiere care se face conform STAS 1339-50 și STAS 2576-51 ;

— amenajarea scurgerii apelor de suprafață și drenarea celor subterane ;

— stabilirea surselor de materiale de construcție ;

— determinarea comportării la îngheț, conform STAS 1709-50 ;

— stabilirea pantelor taluzurilor pentru rambleuri și debleuri ;

— determinarea posibilităților de stabilizare a pămînturilor întîlnite în lungul traseului.

Aceste rezultate sînt prezentate într-un studiu întocmit conform STAS E 3504-52, care trebuie să cuprindă :

— motivarea întocmirii studiului ;

— considerații social-economice asupra zonei străbătute de traseu ;

— metodologia lucrărilor executate și ordinea de executare a lor ;

— descrierea principalelor forme de relief de-a lungul traseului sau variantelor studiate, cu separarea unităților morfologice ;

— condițiile geologice generale, cu descrierea geologică a traseului, accentuîndu-se asupra caracteristicilor petrografice și proprietăților fizico-mecanice ale rocilor ce apar în lungul traseului ; de asemenea, se arată modul de comportare a rocilor la săpare ;

— condițiile hidrologice și hidrogeologice regionale, în special în lungul traseului, arătîndu-se posibilitățile de captare și drenare a apelor. Pe baza rezultatelor analizelor executate, se va arăta gradul de agresivitate a apelor asupra betoanelor. În zonele de deal și munte se va da o atenție deosebită torenților, indicîndu-se măsurile ce trebuie luate pentru regularizarea lor.

— descrierea proceselor geologice dinamice, cu aprecieri (pe cît este posibil) asupra modului în care acestea ar putea evolua după realizarea construcției, indicîndu-se măsurile ce trebuie luate pentru prevenirea și combaterea lor.

— rezultatele cercetărilor geoelectrice ;

— seismicitatea în lungul traseului, cu aprecieri asupra schimbării valorii componentei orizontale a accelerației în funcție de rocă ;

— considerații asupra materialelor de construcții, cu indicarea surselor distanței, rezervelor de material și a utilității fiecărui sort (pentru balastare — moloane, pereere, agregate pentru beton etc.);

— considerații asupra posibilităților de alimentare cu apă, atît în timpul executării, cît și în timpul exploatării, ținînd seama de scopul în care este folosită apa (apă potabilă, apă industrială pentru locomotive);

— rezultatele încercărilor de laborator ;

— concluzii și recomandări.

Ca material grafic se prezintă :

— harta generală a regiunii, cu delimitarea unităților morfologice și consemnarea variantelor cercetate și a lucrărilor de explorare executate ;

— harta geologică tehnică cu delimitarea precisă a deplasărilor de teren ; pe hartă vor fi, de asemenea, consemnate variantele cercetate. Tot pe această hartă se trec și aparițiile de izvoare. În cazul în care traseul străbate o zonă de cîmpie, este indicat să se întocmească separat o hartă a hidroizohipselor în zona cercetată, pe care se vor consemna și variațiile nivelului apelor subterane ;

Scanned with OKEN Scanner

— harta rezistivității electrice ;

— harta cu carierele pentru materialele de construcție ;

— profilul geologic longitudinal al variantelor studiate, întocmit pe baza observațiilor de teren, a lucrărilor de explorare efectuate și a prospecțiunilor electrometrice. Pe profilul longitudinal se vor marca nivelul apelor subterane, adîncimea de îngheț, profilele transversale, curbele cu razele respective, zonele de rambleu și debleu etc.

— profile geologice transversale — în punctele caracteristice ale traseului, cu menționarea acelorași elemente ca la profilul geologic longitudinal. Pe profile se vor consemna și lucrările propuse a se executa ;

— buletinele de analize geotehnice și grafice de răspîndire ;

— buletinele de analize chimice a apelor ;

— buletinele de analiză a rocilor de construcție ;

— profilele geologice ale lucrărilor de explorare executate.

Cap. XIV. PODURI

Se numește *pod* construcția care susține o cale de comunicație peste un obstacol (sau peste altă cale de comunicație) lăsînd între obstacol și construcție un spațiu de liberă circulație.

Viaductele sînt podurile care înlocuiesc terasamentele înalte, fie la trecerea peste o vale sau rîpă adîncă, fie la intrare pe un pod.

Pasajele sînt podurile care permit unei șosele să treacă pe deasupra (Predeal, Brașov) sau pe dedesubtul unei căi ferate (Calea Griviței — sub podul Constanța).

Poduri de inundație sînt podurile care trec peste întreaga vale a rîului, cuprinzînd atît albia propriu-zisă, a rîului, cît și zonele inundabile (podul de la Cernavodă); aceste zone sînt inundate numai periodic astfel încît majoritatea pilelor unui asemenea pod se sprijină pe teren uscat.

Elementele unui pod (fig. 125). Partea de construcție care susține calea peste obstacol se numește *suprastructură*, iar picioarele podului, care susțin suprastructura și transmit terenului sarcinile se numesc *infrastructură*.

Suprastructura este constituită din calea propriu-zisă și construcția portantă a podului. Infrastructura este alcătuită din *culee* (picioarele de la capetele podului, așezate pe maluri) și *pile* (picoarele așezate intermediar). La podurile cu o singură deschidere (fără nici o pilă) culeele au rolul de a sprijini grinzile principale și terasamentele de la capetele podului, lucrînd ca ziduri de sprijin.

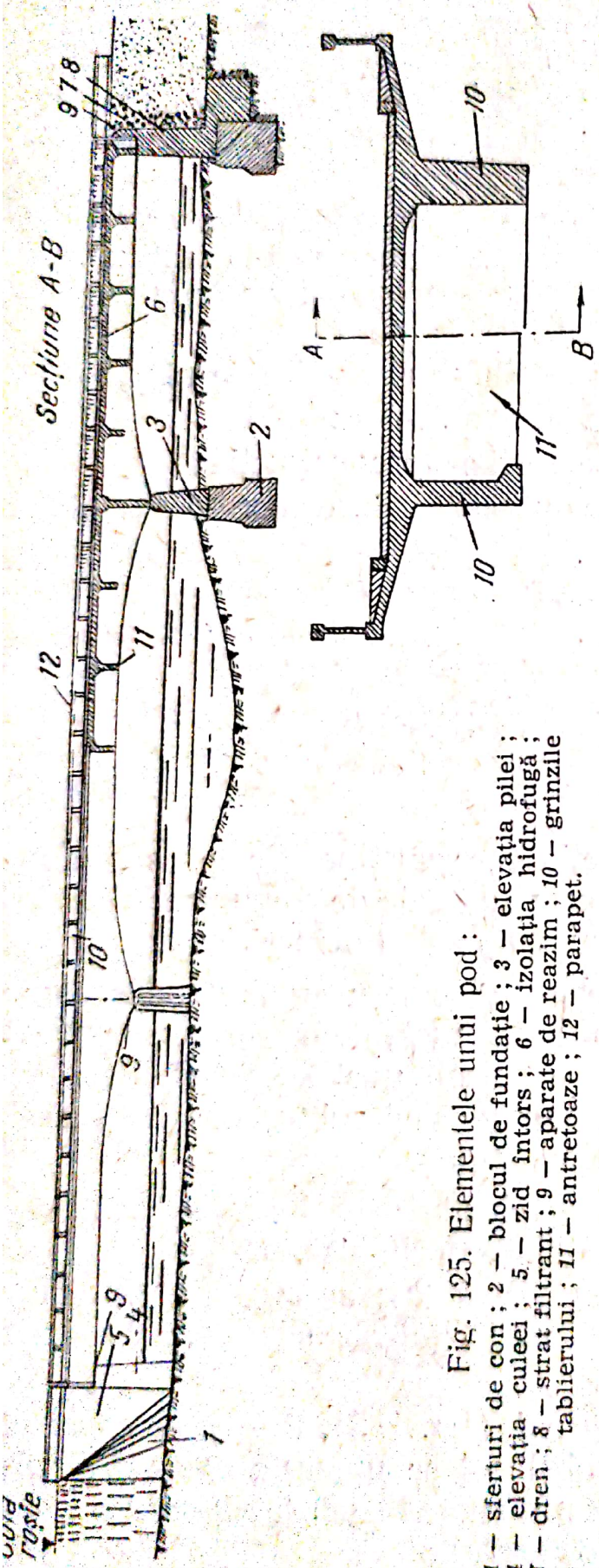


Fig. 125. Elementele unui pod: 1 — sferturi de con; 2 — blocul de fundație; 3 — elevația pilei; 4 — elevația culeei; 5 — zid întors; 6 — izolația hidrofugă; 7 — dren; 8 — strat filtrant; 9 — aparate de reazim; 10 — grinzile tablierului; 11 — antretoaze; 12 — parapet.

Pilele sînt alcătuite din fundație și elevație. Partea din amonte a pilei se numește *avant-bec*, iar cea din aval *arier-bec*. Construcțiile care apără pilele de gheață se numesc *sparghețuri*.

Înălțimea liberă sub pod este spațiul liber măsurat pe verticală între partea cea mai de jos a suprastructurii și un nivel oarecare de apă.

Înălțimea de construcție este distanța verticală între cota cea mai de sus a căii și partea cea mai de jos a suprastructurii.

Deschidere sau *travee* se numește distanța orizontală între două elemente ale infrastructurii.

Distanța orizontală între fețele infrastructurii la un anumit nivel se numește *lumină*; în general se înțelege lumina la etiaj.

Scanned with OKEN Scanner

A. STUDIILE GEOLOGICE-TEHNICE PENTRU CONSTRUCȚIA UNUI POD

Cercetările geologice-tehnice care se efectuează în vederea construcției unui pod au ca scop precizarea condițiilor morfologice, geologice, hidrometrice și hidrogeologice în secțiunea de rîu în care se construiește podul.

Cunoașterea acestor condiții permite alegerea celui mai favorabil amplasament, din punct de vedere al stabilității terenului, scurgerii apelor, lungimii podului, accesului și bunei deserviri a circulației ulterioare.

Cunoașterea terenului de fundație este o condiție obligatorie pentru alegerea amplasamentului unui pod.

De regulă, peste terenul de fundație reprezentat prin rocile din fundament, se găsesc depuneri aluviale (mai ales în cursurile mijlocii și inferioare) care sînt afuiabile. Uneori sub aluviuni se găsesc terenuri moi, compresibile.

Neexecutarea studiilor în vederea determinării condițiilor de fundare poate conduce la avarierea podurilor. De exemplu, podul de pe linia Cîmpina-Telega, peste Prahova, a trebuit să fie reconstruit deoarece una din pile a fost fundată pe un masiv de sare care a determinat tasări ; podurile Albești de pe Cricovul Sărat și Garoafa peste Putna, din cauza insuficientei adîncimi a fundației au fost afuiate ; podul de peste Bucov pe șoseaua Ploiești-Mizil a fost avariat de o viitură catastrofală care a rupt un sfert de con de la o culee și a afuiat terenul de fundație de sub pilă, ce s-a tasat cu 0,40 m ; o tasare mai mare (0,80 m), determinată tot de afuierea fundației unei pile, a provocat avarierea podului de cale ferată peste Milcov la Focșani.

Asigurarea stabilității elementelor de fundație ale unui pod reprezintă problema cea mai importantă pentru buna funcționare a lui.

Cînd accesul pe pod se face printr-un rambleu, acesta este în general mai lat decît culeea propriu zisă ; racordarea rambleului cu culeea se face cu ajutorul zidurilor întoarse și a sferturilor de con. Rampele de acces, înalte, se tasează în timp îndelungat. Din aceste cauze, în cazul terenurilor slabe în vecinătatea podului, se măresc dificultățile de construcție, deoarece prin supraîncărcare se produc tasări mari și uneori tasarea pe spate a culeelor.

La construcția podurilor poate fi folosit orice tip de fundație. Cele mai folosite fundații pentru pile sînt fundațiile pe chesoane, care permit construcții pe terenuri acvifere cu presiuni mari, în curentul apei și în depuneri aluviale.

Scanned with OKEN Scanner

Chesonul este o construcție executată din beton, zidărie, oțel sau lemn, de forma unei cutii, avînd numai pereți laterali, sau și un fund ; această construcție servește la executarea de fundații sub apă sau în terenuri moi, îmbibate cu apă. Pentru coborîrea chesonului în teren se sapă pămîntul din interiorul cutiei și de sub cuțitul ei, iar pereții sînt înălțați prin zidire pe măsură ce chesonul pătrunde în teren. După terminarea săpăturii, se execută fundația, chesonul rămînînd îngropat.

După modul de construcție și de lucru în interiorul chesonului se deosebesc :

— chesonul deschis, folosit în lucrări de fundații la adîncime mică ; la acesta, în timpul lucrului, apa de infiltrație este evacuată cu pompele, iar pămîntul este scos cu chibla sau cu instalații speciale ;

— chesonul cu aer comprimat, folosit pentru lucrări la adîncimi mari. Cutia chesonului are un fund la circa 2 m de la bază, formîndu-se o cameră numită cameră de lucru. Camera de lucru comunică cu o cameră numită ecluză de aer. Pătrunderea apei în camera de lucru este împiedicată de aerul comprimat (introdus cu ajutorul motocompresoarelor). După terminarea săpăturii, camera de lucru este umplută cu beton iar deasupra ei se execută fundația propriu-zisă. Părțile componente ale chesonului (de deasupra camerei de lucru), care servesc pentru intrarea și ieșirea muncitorilor, pentru realizarea presiunii și evacuarea materialului se recuperează.

Pilele deschiderilor mari ale podului de peste Dunăre — de la Cernavodă — au fost executate în chesoane metalice cu aer comprimat, care au fost coborîte la 27—28 m sub etiaj, iar pilele viaductelor au fost fundate la 12 m adîncime pe piloți.

Cercetarea amplasamentului podului. Determinarea vitezei de scurgere pe fundul rîului se face pentru a se constata dacă există pericolul afuierilor.

Erodarea fundului începe în momentul în care viteza de curgere depășește anumite limite, denumite critice, care depind de constituția petrografică a albiei, mărimea elementelor, forma lor, coeziunea, orientarea în raport cu direcția de curgere a apelor etc.

Eroziunea o dată începută continuă chiar după ce viteza critică scade. Între viteza care declanșează eroziunea fundului și cea care întreține eroziunea prin antrenarea materialului sînt diferențe de 30—40% ; diferența este mai mică atunci cînd granulația materialului ce constituie fundul albiei este uniformă.

Adîncimea de fundare este determinată de nivelul eroziunii teoretice și de adîncimea maximă de afuiere.

Scanned with OKEN Scanner

Fundația culeelor necesită cercetări privind compresibilitatea și stabilitatea terenurilor. Versanții văilor sînt uneori afectați de deplasări de teren; în asemenea situații, culeele trebuie fundate sub planul de alunecare și dimensionate astfel încît să lucreze ca un zid de sprijin, asigurînd stabilitatea terenului (fig. 126).

Construirea podului peste o apă curgătoare duce totdeauna la îngustarea albiei și în consecință la modificarea parametrilor hidraulici de scurgere (viteză, adîncime medie, pantă locală). Micșorarea succesivă a secțiunii albiei în profilul podului (pile numeroase) poate fi dăunătoare podului însuși, precum și construcțiilor și instalațiilor aflate în amonte sau aval de pod.

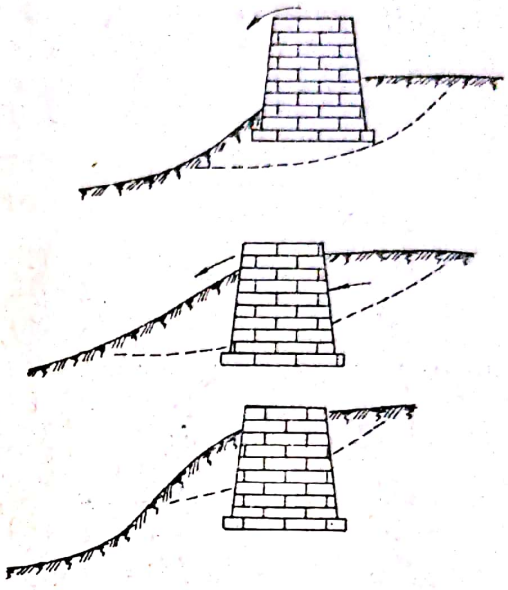


Fig. 126. Poziția unei culee în raport cu planul de alunecare.

Albiile rîurilor, mai ales în zona de șes, sînt late și adînci. Construirea unui pod în aceste condiții ar fi costisitoare și ar permite divagarea rîului pe sub pod. De aceea, la realizarea unui pod se prevăd diguri de ghidare și lucrări de regularizare, determinate de regimul de scurgere al rîului respectiv, în special de gradul de stabilitate a albiei în zona traversării.

Prin cercetările geologice se vor determina constituția malurilor (sau versanților văilor) și a fundului albiei, grosimea și constituția aluviunilor, grosimea zonei alterate a formațiunilor de fundament.

Deoarece în aluviunile rîurilor se pot găsi blocuri mari, uneori de dimensiuni apreciabile, cercetările vor trebui să determine stabilitatea și capacitatea portantă a acestora pentru a putea fi folosite, eventual ca teren de fundație.

O altă problemă ce trebuie rezolvată este cea a vechilor albii, îngropate sub aluviuni. În aceste văi, depozitele aluviale au grosimi mai mari, iar granulometria aluviunilor vechi poate fi diferită de cea din cursul actual. Condițiile hidrogeologice ale vechilor văi sînt diferite de ale celor actuale; vechea albie fiind uneori la o cotă inferioară celei actuale, ea poate funcționa ca un dren.

Constituția litologică a stratelor și tipul de vale (relațiile dintre orientarea văii și poziția stratelor) influențează de ase-

Scanned with OKEN Scanner

menea condițiile de realizare ale elementelor fundației, în special în cazul văilor subsecvente și obsecvente.

Trebuie avut în vedere că pe același amplasament al unui element de construcție (pilă) se pot întîlni situații diferite de stabilitate, în funcție de cota la care se execută fundația (fig. 127).

Observațiile geologice de suprafață vor fi continuate prin executarea lucrărilor de explorare, care constau de obicei din foraje manuale. Amplasarea lor se face în funcție de scopul urmărit. Pentru culee, atunci cînd din cartarea geologică reiese că versantul sau malul are o constituție omogenă, este suficientă executarea unuia sau două foraje pentru cercetarea rocilor din terenul de fundație. În cazul unei neomogenități structurale sau petrografice, se vor executa foraje în număr suficient pentru precizarea condițiilor de fundație.

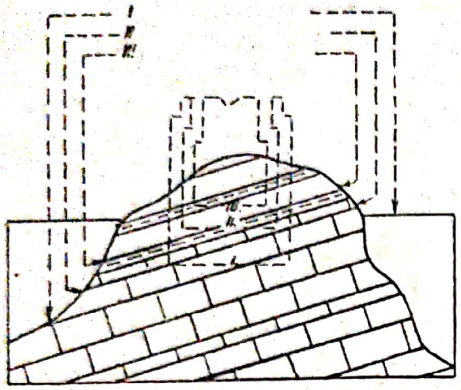


Fig. 127. Condițiile de stabilitate a pilei în funcție de adîncimea de fundare:
I — stabilitate sigură ; *II* — stabilitate nesigură ; *III* — instabilitate.

Problema fundației pilelor este mai complicată deoarece, în general, cursurile de apă au un profil neregulat sub aluviuni, determinat de eroziunea anterioară. De asemenea trebuie avut în vedere că de multe ori cursurile de apă sînt rezultatul unei anumite structuri sau unor accidente tectonice care nu sînt totdeauna vizibile, fiind mascate de aluviuni. De aceea, la cercetarea terenului de fundație al unei pile, numărul de foraje și poziția lor vor fi astfel alese încît să rezolve și aceste probleme.

Din forajele executate, se extrag probe ce vor fi analizate pentru determinarea proprietăților fizico-mecanice ale terenurilor de fundație, încercările executîndu-se conform STAS-urilor în vigoare.

La construirea podurilor pot interveni următoarele situații speciale, pe care cercetarea geologică-tehnică trebuie să le aibă în vedere.

1. Schimbarea cursului rîului poate face ca unele poduri (de exemplu podul Cremenari pe Olt și podul de la gura Oltului) să rămînă pe uscat. În asemenea situații sînt necesare amenajări pentru menținerea cursului pe aceeași albie : executîndu-se rectificări ale cursului, sau închiderea albiei vechi cu un dig insubmersibil pereat (așa cum s-a procedat de exemplu cu rîul Prahova la Pucheni).

2. Uneori, albia principală se obturează cu bancuri de nisip tocmai din cauza construirii podului. La viituri puternice curen-

Scanned with OKEN Scanner

tul se poate îndrepta spre un braț secundar prin care scurgerea apelor nefiind asigurată, acestea pot ataca și rupe terasamentele, afuind uneori și fundațiile podului, așa cum s-a întîmplat la podul de peste Vișeu, pe calea ferată Valea Vișeului-Borșa.

3. La confluența a două rîuri se micșorează viteza rîului tributar, favorizînd depunerile la punctul de confluență (ce are rol de nivel de bază local) și formarea de brațe secundare. De exemplu, la vărsarea Oltului în Dunăre, podul de pe șoseaua Turnu Măgurele—Corabia a fost lăsat pe uscat prin părăsirea vechii albii și crearea unui nou curs al Oltului.

Cînd apele cresc repede pe afluent, iar nivelul de bază local rămîne scăzut, se pot produce afuieri importante, așa cum se constată la gura Siretului.

Aceste neajunsuri pot fi înlăturate prin măsuri de regularizare a cursurilor respective.

4. În cazul în care în aval de un pod se execută o exploatare intensă a balastului, nivelul de bază local scade și rîul tinde să-și realizeze din nou profilul de echilibru. Acest fapt are ca urmare transportul aluviunilor din amonte și afuierea materialului aluvionar de sub pile, determinînd avarierea podului (exemplu podul de pe Ialomița între Țepeș-Vodă și Buciumeni).

B. ÎNTOCMIREA STUDIULUI

Podurile, fiind construcții ce se execută mai ales pentru traversarea cursurilor de apă, necesită studierea cu atenție a aluviunilor. Datele obținute prin măsurătorile hidrometrice urmează să fie interpretate și din punct de vedere geologic. Restul cercetărilor se desfășoară după metodologia obișnuită a întocmirii studiilor geologice-tehnice, un astfel de studiu cuprinzînd următoarele capitole :

I. *Tema.*

II. *Considerații morfologice :* tipul de vale ; descrierea amănunțită a formelor de relief determinate de acțiunea cursului de apă prin eroziune sau acumulare (maluri înalte, popine, grinduri, lacuri bălți, gîrle etc.).

III. *Considerații geologice :*

a) structura fundamentului (constituție petrografică, tectonică);
b) aluviunile, grosime, natură petrografică, granulometrie, coeficient de sfericitate, intercalații lenticulare ;
c) seismicitate.

IV. *Considerații hidrogeologice și hidrologice :*

— descrierea secțiunii transversale a rîului cu amplasamentul ales sau cu amplasamentele studiate comparativ ;
— debitul modul, debitul catastrofal — inundații, debitul de etiaj ;

Scanned with OKEN Scanner

— debitul solid în suspensie și prin tîrîre ;
— zonele de eroziuni ;
— zonele de depuneri ;
— relațiile dintre apa subterană din aluviuni și nivelul rîului ;
— debitul apelor subterane (rezultatele pompărilor efectuate);
— agresivitatea față de betoane a apelor de suprafață și apelor subterane.

V. *Procese geologice dinamice externe* (stabilitatea malurilor în zona construcției).

VI. *Proprietățile fizico-mecanice ale rocilor din terenul de fundație.*

VII. *Considerații speciale asupra posibilităților de realizare a fundațiilor* — pentru fiecare element al infrastructurii, cu indicarea tipului și adîncimii de fundare ; măsuri speciale ce trebuie luate.

VIII. *Materiale de construcție :*

— agregate pentru betoane ;
— piatră de construcție (moloane) pentru culee și elevația fundațiilor.

IX. *Concluzii și recomandări* :

Material grafic :
— harta variantelor studiate ;
— planul de situație al amplasamentului definitiv, cu marcarea elementelor morfologice și hidrometrice și consemnarea forajelor executate ;
— schița geologică structurală a amplasamentului cu marcarea grosimilor aluviunilor ;
— profilul geologic-tehnic în secțiunea definitivă, cu consemnarea elementelor infrastructurii și adîncimii de fundație ;
— harta materialelor de construcție ;
— rezultatele încercărilor de laborator pentru determinarea proprietăților fizico-mecanice ale rocilor ;
— buletinele de analiză chimică a apelor ;
— rezultatele măsurătorilor hidrometrice (în măsura în care interesează pentru studiul geologic tehnic);
— buletinele de analiză pentru materialele de construcție ;
— fișele de stratificație ale terenurilor de fundație obținute din forajele executate.

Cap. XV. TUNELURI

Tunelurile sînt construcții subterane, executate în următoarele scopuri :

1) asigurarea transportului între două puncte la zi, evitîndu-se traseele lungi cu diferențe de cote mari (tuneluri de cale ferată și rutiere, tuneluri de protecție);

2) asigurarea transportului rapid în marile centre populate, evitîndu-se restricțiile impuse de circulația terestră (metrouri);

Scanned with OKEN Scanner

3) asigurarea transportului (aducțiunii) apei în diferite construcții hidrotehnice (galerii de aducțiune, canale colectoare, conducte forțate), și pentru alte scopuri (cabluri subterane etc).

În acest capitol se vor face considerații numai asupra tunelurilor de căi de comunicație.

A. ELEMENTELE UNUI TUNEL

Intrarea și ieșirea în tunel se face de obicei printr-o tranșee, a cărei lungime nu depășește în general 20 m.

Capetele tunelului, numite *portale,* sînt construite în funcție de natura terenului în care se execută construcția.

Lungimea tunelurilor se consideră între cele două portale.

În secțiune transversală, un tunel prezintă următoarele elemente (fig. 128, *a*):

Fundațiile — construcții care preiau sarcinile transmise de suprastructură și le transmit terenului.

Radierul — elementul care preia sarcinile ce se exercită de jos în sus și împiedică deplasarea fundațiilor una spre cealaltă (apropierea lor). El are aspectul unei bolte întoarse, pe care se găsește balastul ce susține calea. Una din părțile radierului se execută la o cotă inferioară, în această parte fiind realizat și canalul de scurgere a apelor din tunel, în timpul exploatării lui.

Din fundații, spre canalul de scurgere (rigolă), se prevăd barbacane pentru evacuarea apelor din spatele construcției.

Deasupra fundațiilor se găsesc *zidurile drepte*; la nivelul fundațiilor, ele sînt prevăzute cu o banchetă.

Bolta, formează partea superioară a căptușelii tunelului. Ea se reazemă pe zidurile drepte. Suprafața de rezemare se numește *naștere bolții.* Partea cea mai de sus a bolții se cheamă *cheia bolții.*

Zidăria tunelului are forma unui inel. De aceea, tunelurile mici, construite dintr-odată, se numesc și *inele.* Inelul reprezintă un tronson de tunel și are lungimi ce variază între 2 și 12 m, în funcție de natura rocilor străbătute.

Linia care determină conturul interior al zidăriei se numește *intrados* iar linia care conturează zidăria la exterior se numește *extrados.*

Gabaritul tunelului este secțiunea utilă a tunelului, care este constantă pe toată lungimea lui. Gabaritul este determinat de linia intradosului.

Secțiunea tunelului este împărțită în două de planul de la naștere bolții; partea superioară se numește *calotă,* iar cea inferioară *stros.*

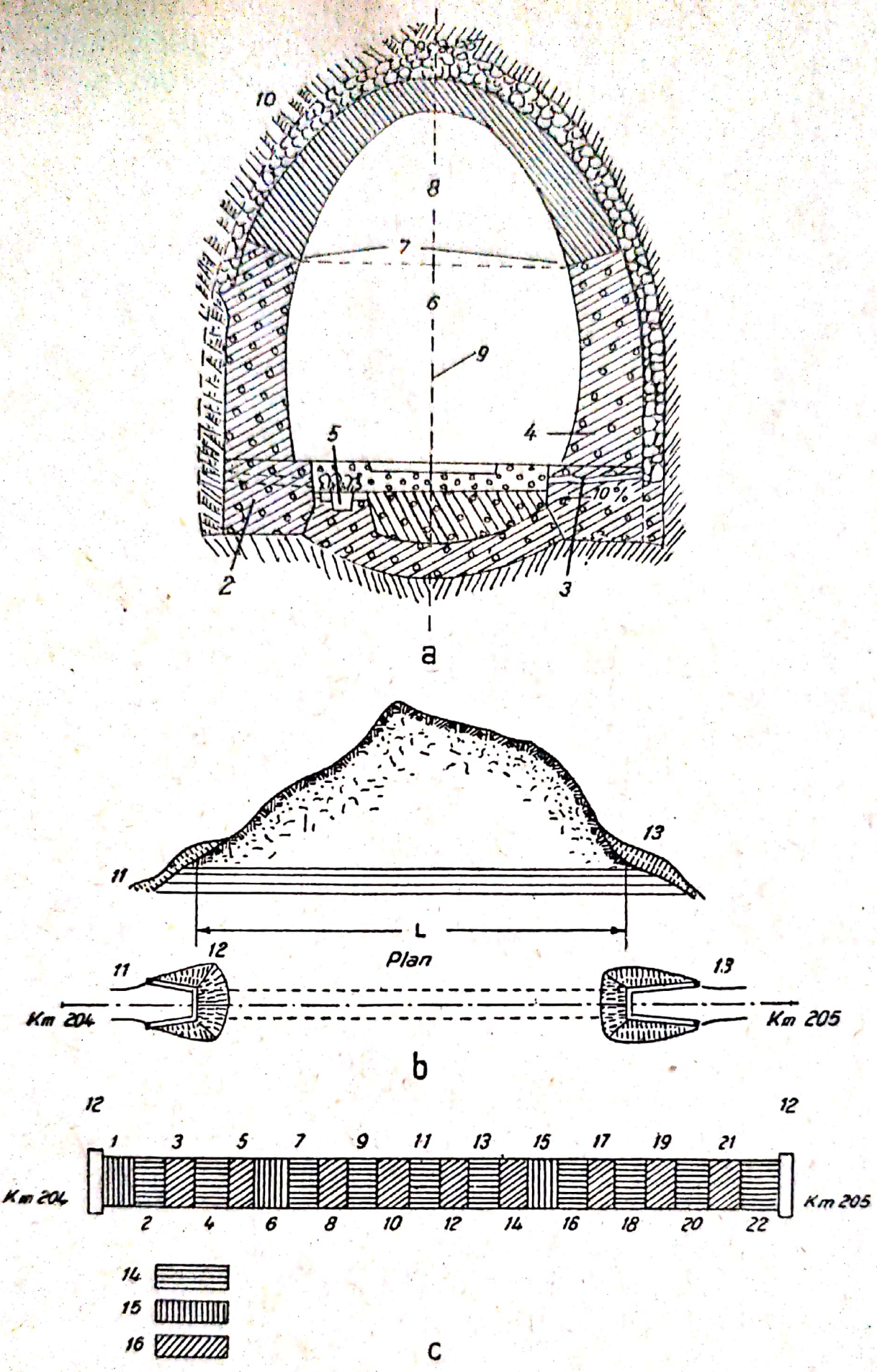


Fig. 128.

a — secțiune transversală prin tunel ; *b* — secțiune longitudinală a unui tunel ; *c* — ordinea de executare a săpăturilor ; *1* — fundație ; *2* — radiar ; *3* — barbacane ; *4* — zid drept ; *5* — canal de scurgere ; *6* — strosul ; *7* — nașterea bolții ; *8* — calota ; *9* — axa tunelului ; *10* — salteaua de piatră ; *11* — tranșee la intrare ; *12* — portal ; *13* — tranșee de ieșire ; *14* — lampioane ; *15* — campade ; *16* — șlusuri.

Scanned with OKEN Scanner

Între zidărie și peretele săpăturii se așază o saltea de piatră cu rol de dren, care colectează apa de infiltrație. Cu ajutorul colectoarelor prevăzute în saltea, apa este condusă prin barbacane la canalul de scurgere al tunelului, care are declivități suficiente pentru evacuarea apelor.

Salteaua de piatră este izolată de zidărie printr-o șapă de izolare.

Dacă pentru anumite tipuri de construcții datele furnizate de geolog formează numai elementele pentru fundamentarea altor cercetări și studii, pentru tunele este evident că numai cercetările geologice pot furniza datele necesare proiectării și execuției. Pentru tunelele cu lungime mare și executate la diferențe mari de nivel față de cota terenului, unde nu se pot executa lucrări de explorare din motive de ordin tehnic sau economic, iar lucrările geofizice nu pot da rezultate satisfăcătoare din cauza complicațiilor tectonice, cartarea geologică de suprafață și interpretarea rezultatelor obținute este singura metodă de cercetare.

B. CERCETAREA GEOLOGICĂ TEHNICĂ

Principalele probleme care urmează să fie rezolvate prin studiul geologic sînt :

1. Geologia generală regională, stratigrafia și tectonica.
2. Condițiile hidrogeologice generale.
3. Determinarea proprietăților fizico-mecanice ale rocilor străbătute de tunel. Cunoașterea acestora este necesară pentru alegerea metodelor de săpare, a tipului și modului de armare a galeriilor și pentru aprecierea vitezei de avansare.
4. Stabilitatea terenurilor străbătute de tunel.
5. Previziuni în legătură cu eventuale emanații de gaze, făcîndu-se recomandările necesare, conform normelor de tehnica securității.
6. Aprecieri asupra temperaturii în lungul traseului tunelului. Aprecierile se vor face ținînd seama de gradientul geotermic regional, căruia i se aduc rectificări în funcție de condițiile locale (poziția stratelor, procese de oxidație, viituri de apă, etc.).
7. Recomandări cu privire la posibilitatea folosirii ca piatră de construcție, a materialului rezultat din excavarea tunelului.
8. Considerații asupra unor situații speciale a terenurilor străbătute de tunel, (carst, văi vechi colmatate etc.), cu indicarea măsurilor corespunzătoare ce trebuie luate.

Scanned with OKEN Scanner

1. Condiții geologice

Ridicarea unei hărți geologice regionale este necesară atît pentru prezentarea situației geologice, cît și pentru faptul că uneori traseul poate suferi modificări, determinate de considerente economice, tehnice sau chiar geologice. În cazurile în care traseele suferă modificări, variantele de traseu vor fi studiate comparativ și din punct de vedere geologic.

Din punct de vedere stratigrafic, se vor nota toate etajele, cu subdiviziunile lor și variațiile de facies din cuprinsul lor.

O atenție deosebită se va da discordanțelor stratigrafice și unghiulare, precum și lacunelor de sedimentare, deoarece ele constituie zone de-a lungul cărora rocile pot fi alterate și pot constitui căi favorabile pentru circulația apelor subterane.

Petrografic, rocile vor fi descrise amănunțit.

Din punct de vedere tectonic, regiunea trebuie să fie bine cercetată, deoarece accidentele tectonice au importanță pentru aprecierea presiunilor ce pot apărea în timpul săpăturilor, și la determinarea căilor de infiltrație a apelor subterane. O importanță deosebită prezintă gradul de fisurare al rocilor, care influențează asupra permeabilității, rezistenței și stabilității lor.

Tectonica majoră regională prezintă mare importanță pentru studiul unui tunel, deoarece de relațiile tunelului cu elementele structurale depinde comportarea rocilor la săpătură în timpul execuției. Din punct de vedere al acestor relații, cele mai frecvente cazuri ce se pot întîlni, în rocile sedimentare (fig. 129) sînt :

1. Axa tunelului este paralelă cu planul stratelor orizontale sau suborizontale, profilul înscriindu-se în grosimea normală a unui strat, sau în mai multe strate. În acest caz se va manifesta numai presiunea litostatică (gravitațională). Orizonturile acvifere se vor manifesta pe toată lungimea galeriei, cît străbate stratul ; evitarea manifestării apelor subterane este posibilă prin schimbarea pantei, care aduce tunelul la o cotă superioară sau inferioară (mai puțin recomandabil) orizontului acvifer.

2. Axa tunelului este paralelă cu direcția stratelor verticale sau înclinate : profilul se va înscrie în grosimea verticală, în cazul stratelor înclinate, iar în cazul stratelor verticale se va înscrie în grosimea normală a lor.

Evitarea orizontului acvifer este posibilă prin deplasarea traseului de o parte sau de alta a orizontului, la aceeași cotă.

In afara presiunii litostatice, în cazul stratelor înclinate în tunel, va apărea o altă presiune, ce se manifestă sub fața de strat ;

Scanned with OKEN Scanner

această presiune, ce se manifestă mai ales în rocile sedimentare cu stratificație bună (în special argilele cu tendințe de umflare) și în șisturile cristaline, de epizonă sau alterate, se evită prin deplasarea traseului galeriei, pentru a se suprima armările prea costisitoare.

3. Cînd axa tunelului taie oblic stratele, le va străbate după grosimea orizontală (determinată de grosimea orizontală normală și unghiul pe care-l face axa tunelului cu direcția stratului). Dacă grosimea orizontală străbătută de tunel este mai mare decît grosimea normală a stratului, iau naștere presiuni suplimentare.

4. În cazul în care tunelul este permanent conform cu înclinarea structurii, străbătînd-o transversal, el poate fi săpat în același orizont. Trebuie avut în vedere că o dată cu adîncimea crește și presiunea apei și este necesar să se lase în acoperiș o grosime suficientă, spre a se evita pătrunderea apelor în tunel. Presiunile vor fi în permanență din acoperiș

5. Axa tunelului taie stratele după grosimea lor orizontală cea mai mică. Deoarece condițiile de execuție variază de la rocă la rocă, la trecerea de la un tip de rocă la altul se iau măsuri atît în privința modului de armare, cît și în privința evacuării apelor. Presiunile se vor exercita atît din acoperiș, cît și lateral, pe peretele de sub strat.

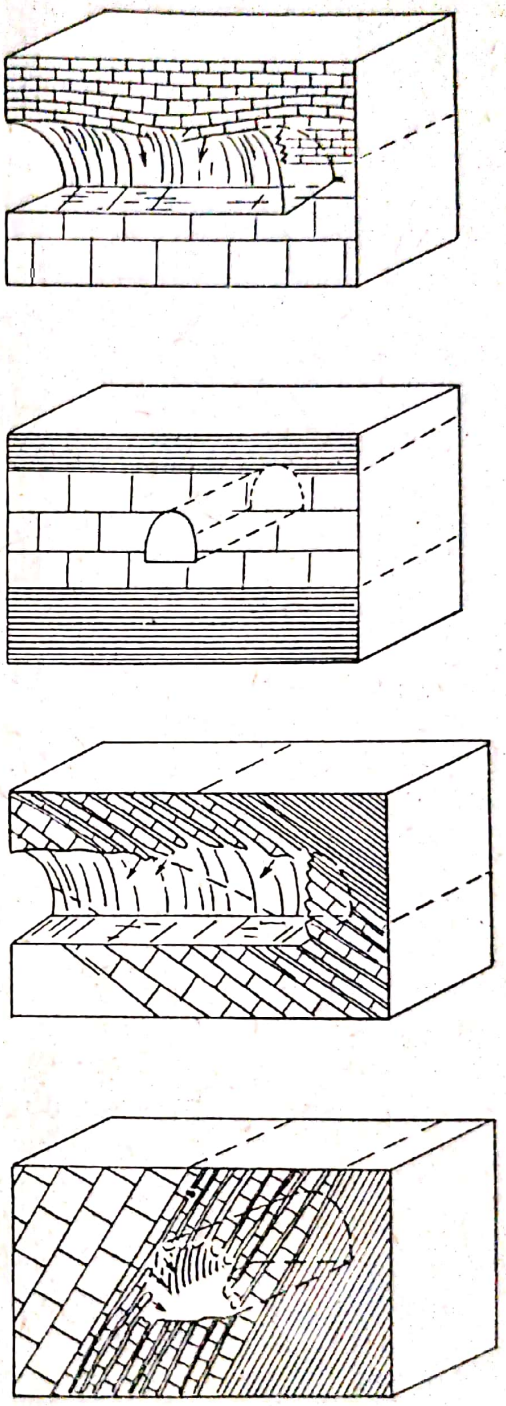


Fig. 129. Relațiile dintre tunel și înclinarea stratelor.

6. Cînd axa tunelului taie transversal strate puternic redresate sau chiar verticale, acestea sînt străbătute aproape sau chiar după grosimea lor normală. În acest caz, presiunile se manifestă

numai din acoperiș. O atenție deosebită trebuie să se dea orizonturilor acvifere.

7. Cînd axa tunelului este paralelă cu axa unei cute, tunelul se poate menține în același strat, dacă nu există o ridicare sau o scufundare axială a structurii. Dacă structura se afundă sau se ridică, tunelul va străbate formațiuni mai noi sau mai vechi, după cum anticlinalul sau sinclinalul suferă o ridicare sau o scufundare axială.

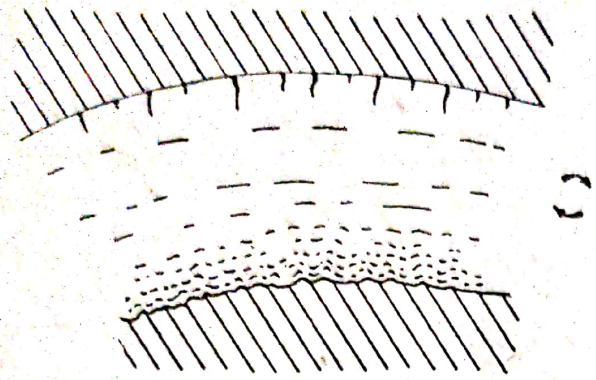


Fig. 130. Schema deformațiilor secundare în roci incompetente.

Cînd tunelul se află amplasat în șarniera anticlinalului, sînt de așteptat presiuni, determinate de tensiunile ce iau naștere în bolta anticlinală, unde se produc diferite tipuri de fisuri, determinate de forfecări și tensiuni; tot în bolta anticlinală sînt mult mai evidente proprietățile de competență și incompetență a rocilor (fig. 130).

În general, fisurile din șarniera anticlinalului sînt de tensiuni și de compresiune (fig. 131). Rezultă că, executînd o săpătură în aceste condițiuni, este de așteptat să se producă presiuni.

Rocile din flancul unui sinclinal sau anticlinal sînt afectate de fisuri concentrice de forfecare, de rotație, tensiune și forfecare oblică. În șarniera unui sinclinal, fisurația este determinată numai de tensiune.

Rezultă că, în orice punct al structurii cutate, roca este supusă unor presiuni, a căror valoare se manifestă în mod deosebit, atît calitativ, cît și cantitativ. Fisurile ce afectează rocile se pot întretăia după diferite unghiuri, determinate nu numai de forțele care le-au produs ci și de proprietățile rocilor sau de greutatea rocilor din acoperiș.

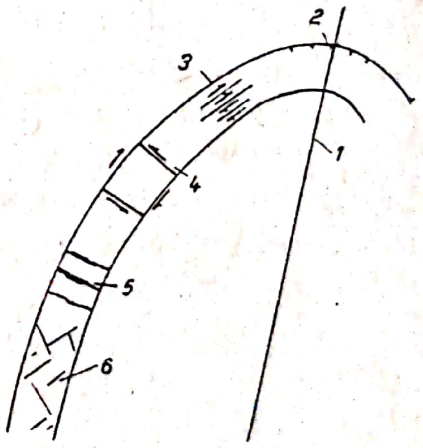


Fig. 131. Fisuri cu înclinări concentrice în strate concordante:

1 — plan axial; *2* — diaclaze de distensiune; *3* — diaclaze concentrice de forfecare; *4* — diaclaze de rotație; *5* — diaclaze de tensiune; *6* — diaclaze de forfecare oblică în strate verticale.

Din punct de vedere hidrogeologic, cea mai defavorabilă structură pentru amplasarea unui tunel este șarniera sinclinală cu maximum de scufundare axială, deoarece în această zonă sînt drenate, în cea mai mare măsură, apele subterane; amplasarea tunelului

Scanned with OKEN Scanner

într-o șarnieră anticlinală, cu ridicare axială maximă este situația cea mai favorabilă.

8. Axa tunelului traversează cuta perpendicular pe direcție sau după un anumit unghi. In acest caz, se întîlnesc situațiile descrise anterior.

*
* *

Cele mai nefavorabile condiții în executarea unui tunel apar atunci cînd traseul străbate o falie. Faliile reprezintă zone de slabă rezistență, de-a lungul cărora pot avea loc infiltrații puternice de apă, emanații de gaze, se pot întîlni mineralizații care, prin oxidare, să degajeze căldură, iar cele două compartimente ale faliei pot fi solicitate diferit din punct de vedere seismic. Față de o falie, tunelul se poate găsi în următoarele poziții (fig. 132):

9. Cînd axa tunelului este paralelă cu planul faliei, galeria poate rămîne în aceeași poziție față de falie (deasupra ei, cuprinsă chiar în planul de falie, sau sub ea).

În apropierea unui plan de falie, frecvența crăpăturilor crește, cea ce influențează negativ asupra proprietăților rocilor.

10. Tunelul traversează falia normal sau după un unghi oarecare, presiunile existînd numai în zona planului de falie și în zonele limitrofe.

Din punct de vedere morfologic se întîlnesc următoarele situații:

11. Tunelul are o poziție parietală. In acest caz stabilitatea lui este determinată de stabilitatea versantului, în general, care este condiționată de relațiile dintre înclinarea stratelor și a fisurilor și panta versantului.

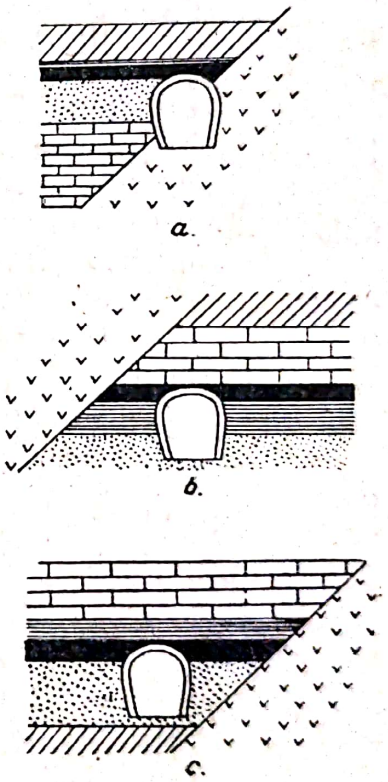


Fig. 132. Relațiile dintre tunel și falie.

Stratele orizontale, verticale și cele înclinate în contrapantă asigură stabilitatea construcției. Stratele care înclină conform cu panta sau stratele a căror fisurație este conformă cu panta nu prezintă condiții de stabilitate certă.

12. Tunelul străbate suprafețe de eroziune sau limite mascate prin formațiuni transgresive. În acest caz, sînt posibile

Scanned with OKEN Scanner

afluxuri mari de apă, precum și unele presiuni determinate de prezența rocilor alterate (la suprafețe de eroziune) sau a orizonturilor necimentate (în cazul transgresiunilor).

2. Condiții hidrogeologice

Determinarea condițiilor de apariție a apelor subterane și regimului lor constituie una din problemele cele mai importante pentru studiul traseului unui tunel. Insuficienta cunoaștere sau subaprecierea condițiilor și factorilor ce determină regimul hidrogeologic poate avea urmări foarte grave pentru construcție.

Pentru elucidarea acestor probleme, este absolut necesar să se cunoască condițiile geologice generale regionale, deoarece acestea determină și influențează regimul hidrogeologic. A face cercetări numai de-a lungul traseului sau pe o bandă de 100 m în dreapta și stînga traseului, constituie o eroare metodologică flagrantă.

Condițiile hidrogeologice din interiorul unui masiv sînt determinate de o sumă de factori, dintre care menționăm:

1. Poziția stratelor: dacă stratele sînt orizontale, înclinate sau verticale.

2. Poziția punctului considerat față de elementele structurii: dacă se află în șarniera anticlinalului, sinclinalului sau pe flancuri.

3. Relațiile terenului cu poziția axială a structurii: dacă se află într-o zonă de ridicare sau scufundare axială.

4. Originea fisurilor și gradul de fisurație al rocilor: dacă fisurile sînt de natură tectonică, ele afectează serii întregi de formațiuni, de compoziție litologică variată și vîrste deosebite; dacă fisurile sînt singenetice (la rocile eruptive) sau epigenetice (la rocile sedimentare), ele se localizează și sînt caracteristice pentru un anumit strat sau formațiune (fig. 133). În urma săpăturilor efectuate, se mai pot forma o serie de fisuri și anume fisuri de descărcare, ce au dezvoltare locală și care sînt favorizate de existența celorlalte tipuri de fisuri, precum și fisurile datorită exploziilor practicate în timpul săpăturilor.

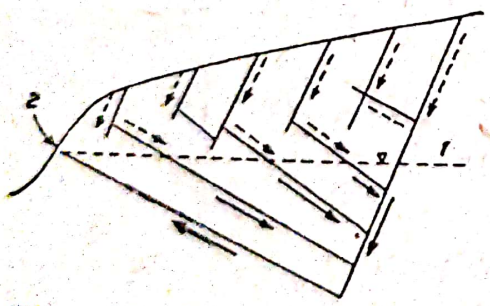


Fig. 133. Nivelul apei în roca fisurată:
1 – nivelul apei; 2 – punct de descărcare.

Pentru căile de circulație subterană nu interesează numărul de fisuri, ci, în primul rînd, dacă acestea sînt eficace, adică dacă

Scanned with OKEN Scanner

apa circulă prin ele. O fisură poate fi practicabilă (să conțină apă), dar nu totdeauna este eficace (nu circulă apa prin ea). O fisură practicabilă, cu timpul, poate deveni impracticabilă prin umplerea ei cu neoformații minerale (calcitul din diaclaze). O fisură este practicabilă și eficace numai atunci cînd este supracapilară. Această situație trebuie apreciată în funcție de presiunea lito- și hidrostatică existentă la cota de realizare a tunelului.

5. Existența faliilor și a planelor de șariaj, așa cum s-a arătat mai înainte.

6. Existența nivelelor de transgresiune și lacunelor de sedimentare. Lacunele de sedimentare determinate de exondarea unor roci solubile pot favoriza apariția carstului, care pune probleme foarte dificile pentru construcție. Pentru aceasta, este necesar să se cunoască evoluția paleogeografică a regiunii, deoarece numai așa se vor putea stabili etapele de formare și dezvoltare a carstului din regiune și se vor putea trage concluzii asupra posibilităților existenței apei în carst, la nivelul la care se sapă tunelul.

Rețelele de apă în carst sînt foarte complicate și este necesară o atenție deosebită la încercarea determinării căilor subterane ale apei.

7. Traversarea unor văi vechi colmatate, foarte adînci, care funcționează ca un dren.

8. Traversarea unui filon.

Un tunel poate să străbată un strat acvifer în următoarele situații :

— normal pe direcție (după grosimea normală a stratului);

— după un unghi oarecare față de direcție, străbătîndu-l după o grosime orizontală oarecare ;

— paralel cu direcția, după o lungime infinită.

Cazul cel mai avantajos este la traversarea după grosimea normală, iar cel mai dezavantajos cînd tunelul este direcțional pe stratul acvifer.

Profilul tunelului poate fi în următoarele relații cu stratul sau complexul acvifer :

— cuprins în întregime în stratul acvifer (cazul cel mai defavorabil);

— înscris cu partea superioară în stratul sau complexul acvifer ;

— înscris cu partea inferioară în stratul sau complexul acvifer ;

— înscris parietal în stratul acvifer.

Scanned with OKEN Scanner

Măsurile ce se iau pentru închiderea și evacuarea apelor ce apar în săpătură diferă de la caz la caz, fiind determinate de:

— modul de apariție a apei (în legătură cu originea și alimentarea ei);

— locul de apariție a apei;

— debit (dacă este debit constant sau se prevede epuizarea lui în timp);

— temperatura apei;

— mineralizația, ce poate avea influență asupra conductelor metalice sau betoanelor folosite.

Prezența apelor subterane în cursul executării săpăturii provoacă o serie de accidente și greutăți, împiedicînd buna desfășurare a lucrărilor, în cazul în care nu se iau măsurile de prevenire recomandate, sau apar în mod cu totul neprevăzut.

Între metodele folosite pentru combaterea apariției apelor subterane citățm:

— închiderea stratului acvifer;

— drenarea apelor de suprafață, care alimentează aparițiile din subteran în măsura în care este posibilă cunoașterea acestor relații (pentru cunoașterea acestora se folosesc coloranți, izotopi sau trasori);

— executarea de lucrări suplimentare (galerii-drenuri) pentru schimbarea direcției de curgere a apelor subterane, așa cum s-a executat la tunelul Simplon;

— executarea de puțuri absorbante;

— injectări, în vederea impermeabilizării rocii acvifere pe o grosime suficientă în jurul inelului respectiv;

— în cazul aparițiilor slabe se face torcretarea intradosului;

— aplicarea de tapete impermeabile pe extrados;

— amenajarea în mod special a saltelei de piatră, pentru a funcționa ca un dren perfect, evacuarea apelor efectuîndu-se prin barbacane către rigolele amenajate lîngă terasament.

Scurgerea apei din tunel este asigurată de panta tunelului. In cazul în care traseul prezintă un profil cu pante și rampe, se prevăd stații de pompare, în punctele de cotă joasă, pentru colectarea apelor și refularea lor pînă la punctul la care se asigură scurgerea liberă în afara tunelului, sau se prevăd (dacă este posibil) puțuri absorbante.

Prevenirea pericolului de viitură și evacuarea apelor subterane se va face în conformitate cu normele de tehnica securității.

Scanned with OKEN Scanner

3. Proprietățile fizico-mecanice ale rocilor străbătute de tunel

Condițiile generale de execuție și exploatare a construcției sînt determinate de proprietățile rocilor străbătute.

Presiunile, metoda de săpare, tipul de armare și modul cum se execută armarea (pe tronsoane mari sau pe tronsoane mici) sînt determinate de proprietățile rocilor săpate.

Proprietățile rocilor se determină prin încercări directe pe teren, sau prin încercări de laborator. Trebuie avut în vedere că încercările de laborator, la scară redusă, sînt însoțite de erori; două roci de același tip pot să aibă proprietăți diferite și roci deosebite din punct de vedere petrografic să aibă proprietăți fizico-mecanice asemănătoare.

Proprietățile fizico-mecanice ale rocilor sînt determinate de constituția mineralogică-petrografică (structură și textură), de gradul de alterare (transformarea mineralelor, neoformațiuni minerale — structurale și texturale, fisurare) și de poziția față de nivelul hidrostatic.

Proprietățile fizico-mecanice ale rocilor, ce interesează în construcția tunelurilor, sînt următoarele:

— greutatea volumetrică;

— greutatea specifică;

— duritatea;

— porozitatea (se va face distincție între porozitatea în mic și în mare);

— permeabilitatea (făcîndu-se deosebire între permeabilitatea în mic și permeabilitatea în mare; de exemplu, calcarul este impermeabil în mic, dar permeabil în mare);

— gradul de fisurare, determinîndu-se și geneza fisurilor (tectonică, provenite din variația stării fizice a rocii, diagenetice, de alterație, gravitaționale, din eforturi locale netectonice, de explozie) precum și mărimea, orientarea și frecvența lor.

Pentru aprecierea gradului de fisurație, în studiile geologice pentru tuneluri se poate folosi clasificarea lui Harley, criteriul de clasificare fiind numărul de fisuri pe o suprafață de 3×3 m.

Fisurarea rocilor se reprezintă sub formă de grafice (roza fisurilor, diagrame polare, hărți de fisurație), ele servind la interpretări hidrogeologice și la determinarea orientării presiunilor; gradul de fisurare al unei roci se exprimă prin coeficientul de fisurare (K_{fis}):

— textura rocilor (grad de stratificare, șistozitate, compactitate);

— umiditatea naturală și gradul de înmuiere a rocilor;

— gradul de alterare a rocilor și tipul de alterație (autometamorfism, alterare hidrotermală sau alterare datorită agenților externi);

— modul de elasticitate ;

— coeficientul lui Poisson ;

— rezistența la compresiune, forfecare, tracțiune (întindere), încovoiere, torsiune, rupere prin întindere și compresiune, compresiune elastică ;

— modulul lui Young (modulul de elasticitate dinamică).

Aceste elemente vor servi proiectantului și executantului să poată ajunge la concluzii cît mai apropiate de realitate în privința execuției și comportării tunelului în timpul exploatării.

4. Stabilitatea rocilor străbătute de tunel

(presiunea rocilor asupra tunelului)

Lucrările de excavație subterană provoacă o stricare a echilibrului mediului, ceea ce are drept consecință o redistribuire a presiunilor din interiorul masivului, care se manifestă prin deformații ale rocilor pe o anumită rază în jurul săpăturii. Deformațiile se manifestă prin fisuri, încovoierea capetelor de strat, alunecări pe plane de minimă rezistență și prăbușiri de blocuri.

Gradul de intensitate și formele de manifestare ale acestor deformații sînt variate, fiind determinate de întrepătrunderea mai multor factori ce pot acționa concomitent sau în timp :

— proprietățile fizico-mecanice ale rocilor ;

— condițiile hidrogeologice ;

— intensitatea fenomenelor tectonice în regiune și orientarea traseului față de direcția de manifestare a lor ;

— dimensiunile excavației și relațiile dintre aceasta și structura geologică a terenului ;

— adîncimea față de suprafața terenului ;

— metodele de săpare și vitezele de înaintare ;

— sistemul de susținere aplicat.

Studiile de microtectonică aduc elemente noi, care pot contribui la lămurirea unor aspecte, chiar dacă nu conduc la rezolvarea totală a problemei.

Evaluarea coeficientului de fisurare poate da o imagine asupra gradului de separare a rocii în blocuri și a intensității circulației apei prin roci. Caracterizarea relativă și cantitativă a acestui coeficient aduce elemente ce pot fi introduse în formulă, obținîndu-se date suplimentare, așa cum sînt densitatea fisurilor și volumul fisurilor.

Scanned with OKEN Scanner

În același timp, consemnarea poziției fisurilor, gruparea după natura și orientarea lor, arată că, în sectoare diferite, gradul de fisurație este diferit, ceea ce trebuie avut în vedere la cimentare.

Din experiența de pînă acum, la alegerea profilelor în funcție de fisurație reies următoarele :

— se recomandă profile eliptice circulare sau în potcoavă, ele rezistînd mai bine la tensiuni și la efectul de boltă, decît profilele trapezoidale, dreptunghiulare sau pătrate ;

— în terenurile cu proprietăți elastice apare o concentrare de eforturi de compresiune în pereți. Cît timp aceste eforturi nu depășesc rezistența la rupere a rocilor respective, nu sînt necesare susțineri speciale (la acestea susținerea se face numai pentru preîntîmpinarea unor eventuale detașări); dacă însă această rezistență este depășită, este necesară executarea de susțineri puternice, pentru împiedicarea fisurărilor și prăbușirilor ;

— în terenurile plastice sau curgătoare (borchișuri), se vor executa de la început susțineri puternice, care să permită stabilirea unui echilibru între tensiunile exterioare și reacțiunea susținerii respective.

5. Emanațiile de gaze

În măsura în care se studiază posibilitatea apariției apelor subterane în timpul execuției tunelului, trebuie să se studieze și posibilitatea apariției emanațiilor de gaze, deoarece prezența gazelor poate da naștere la accidente (incendii subterane, intoxicarea lentă a minerilor și asfixiere).

Incendiile subterane se datoresc prezenței unor gaze ca metanul, etilena, acetilena, hidrogenul, oxidul de carbon, bioxidul de carbon, vaporii de apă, bioxidul de sulf, hidrogenul sulfurat, amoniacul. Aceste gaze se găsesc amestecate în proporții foarte variate.

Posibilitatea întîlnirii lor în cursul execuției tunelului este determinată de structura geologică a traseului și de existența unor căi de acces în zonă din regiunile învecinate (fisuri sau falii).

În general, însă, cu excepția hidrogenului și metanului, gazele menționate se găsesc în concentrații sub limitele minime de explozie.

Intoxicarea și asfixierea este determinată de prezența în aer a gazelor toxice : bioxidul de carbon, oxidul de carbon, hidrogenul sulfurat, bioxidul de sulf, oxizii de azot, metanul și praful de mină ; la acestea se adaugă și gazele rezultate din împușcare.

Scanned with OKEN Scanner

Mortarul de var și cărămida sînt atacate de hidrogenul sulfurat.

Bioxidul de carbon este legat de prezența zăcămintelor de humite și de manifestațiile postvulcanice (faza moletică). Hidrogenul sulfurat este determinat de oxidarea sulfurilor și de epigeneza gipsului în calcit, sub influența acidului carbonic. Metanul se găsește în zona zăcămintelor de roci caustobiolitice și a masivelor de sare ce apar asociate tectonic cu zăcămintele de sapropelite și, uneori, în rocile metamorfice și eruptive. Azotul se întîlnește în rocile eruptive, fiind însoțit uneori de bioxid de carbon.

La aprecierea apariției gazelor se va stabili dacă acestea sînt degajări naturale principale (bioxidul de carbon din emanații mofetice sau hidrogenul sulfurat din oxidarea piritelor), degajări accidentale (pungi captive de gaze) sau degajări secundare (respirația umană, gaze de combustie și explozie etc.).

Pentru prevenirea accidentelor ce pot fi provocate de prezența acestor gaze în timpul execuției tunelului, se efectuează aerajul galeriei de lucru, conform N.T.S.

6. Temperatura

Tunelurile fiind construcții ce se execută la adîncimi mari față de relief, temperatura în interiorul lor este determinată, în principal, de gradientul geotermic regional, fiind influențată și de următorii factori:

— relieful și cotele regiunii: sub văi, temperatura este mai mică, iar pentru fiecare 100 m altitudine, temperatura aerului scade cu un anumit număr de grade, în funcție de latitudine și longitudine;

— cantitatea și temperatura apelor subterane (apele juvenile termale pot determina o creștere a temperaturii calculate, iar apele vadoase reci, o scoborîre a ei);

— gradul de umiditate și conductibilitate termică a rocilor ce constituie masivul străbătut (argila în stare uscată are o conductibilitate mai mică decît în stare umedă, iar granitul are o conductibilitate termică mai mare decît gresia);

— compoziția petrografică a rocilor, structura și stratificarea lor (rocile cu elemente melanocrate în cantitate mai mare au o conductibilitate mai mare decît cele cu elemente leucocrate: o rocă vacuolară este mai puțin conductibilă decît una compactă, iar stratele verticale, spre deosebire de cele orizontale, scad gradientul geotermic);

— procesele exoterme (oxidarea piritelor);

Scanned with OKEN Scanner

— apropierea marilor rezervoare de apă — lacuri, mări (deoarece apa nu are conductibilitate termică bună, primește și cedează greu căldura);

— activitatea umană și instalațiile termice.

Determinarea temperaturii probabile în lungul unui tunel este necesară pentru a se ști condițiile de lucru și pentru a se lua măsuri corespunzătoare, în vederea desfășurării lucrului în cele mai bune condiții.

7. Materiale de construcție

Spre deosebire de construcțiile executate la suprafața terenului, a căror întreținere și reparație se pot face în condiții mai mult sau mai puțin normale, întreținerea și reparația tunelurilor este mult mai dificilă, mai ales cînd acestea au lungimi mari. De aceea, materialele de construcție folosite trebuie să fie de cea mai bună calitate, pentru a rezista tuturor agenților destructivi ce acționează asupra lor.

Se vor studia posibilitățile folosirii materialului excavat, ceea ce va conduce la realizarea de economii, sau se vor indica sursele locale ori regionale de unde se poate face aprovizionarea cu materiale de construcție.

8. Lucrări de explorare

Precizarea și detalierea condițiilor geologice ale traseului tunelului se face prin lucrări miniere și foraje. Dacă se constată o uniformitate geologică în lungul traseului, se execută lucrări numai în zonele portalelor și, eventual, la mijlocul tunelului. Dacă situația geologică este mai complicată (falii, cute, schimbări de faciesuri petrografice, indicii de existență a unui vechi curs de apă), se execută lucrări și pe traseul tunelului. De aceea, nu se poate stabili dinainte un program rigid de lucru pentru un tunel, acesta adaptîndu-se de la caz la caz, după situația reală de pe teren.

Forajele se execută în afara gabaritului tunelului, pentru a nu se crea căi de infiltrare a apei în tunel. In cazul în care este totuși necesar ca acestea să se execute în gabaritul tunelului, după terminarea lucrării ele vor fi cimentate.

In cele mai multe cazuri, prin galeriile de explorare care se execută la capetele tunelului se obțin informații numai asupra terenurilor din zona tranșeelor de acces. Pentru a se obține date și asupra tunelului propriu-zis este necesar ca galeria să traver-

Scanned with OKEN Scanner

seze tranșeele de acces în întregime (uneori zona de acces fiind destul de lungă).

În timpul lucrărilor de explorare se va da atenție deosebită următoarelor probleme :

— în galerii se vor lua probe de aer, pentru măsurarea cantităților de gaze, probe de apă (din toate punctele unde aceasta se manifestă) măsurîndu-se debitul și temperatura ei, se vor nota presiunile constatate (măsurarea lor făcîndu-se cu ajutorul micro-comparatoarelor), se va măsura temperatura, se vor lua probe din rocile săpate pentru încercări fizico-mecanice, pentru a se constata dacă pot fi folosite ca piatră de zidărie.

— În sondaje se fac observații asupra nivelului apelor subterane, se iau probe de apă pentru analiză (după curățirea puțului de noroi), se fac măsurători de temperatură, căutîndu-se să se stabilească atît gradientul geotermic pentru fiecare tip de rocă și structură explorate, cît și gradientul geotermic regional sau zonal.

Apele vor fi analizate pentru determinarea agresivității lor față de betoane și metale, pentru a se putea ști ce materiale de construcție vor fi folosite la realizarea construcției.

— Se studiază fisurația, în special în lucrările miniere unde există posibilitatea ca fisurile să fie măsurate după cele trei direcții spațiale.

— Deplasările de teren vor fi cercetate, determinîndu-se tipul și geneza lor, precum și adîncimea pînă la care ele se resimt, precizîndu-se dacă deplasarea se face după un plan sau există o zonă întreagă zdrobită.

— se va studia posibilitatea existenței de substanțe minerale utile în zonele în care se va săpa tunelul, și se vor stabili sursele pentru materialele de construcție necesare în timpul execuției.

— Gradul de tărie al rocilor în care se va săpa tunelul, conform normelor și instrucțiunilor în vigoare.

C. ÎNTOCMIREA STUDIULUI

Rezultatele cercetărilor efectuate se sintetizează într-un referat-memoriu sau raport, în care se expun necesitatea executării lucrării, tema emisă de proiectant, lucrări executate și metodologia executării lor, condițiile naturale ale mediului în care se realizează lucrarea, explicarea rezultatelor obținute și interpretarea lor în scopul folosirii lor la execuție, concluzii și propuneri. Materialul grafic anexat va ilustra și completa cele arătate în text.

La întocmirea textului, este recomandabil ca tratarea problemelor să se facă în următoarea succesiune :

Scanned with OKEN Scanner

— motivarea necesității studiului ;
— considerații orohidrografice ;
— considerații geologice generale ;
— considerații hidrogeologice generale ;
— lucrări de explorare efectuate, cu justificarea lor ;
— rezultatele prospecțiunilor geoelectrice.

Considerații speciale asupra traseului tunelului :

a) petrografia rocilor în care se va săpa tunelul, cu arătarea principalelor proprietăți ce interesează la realizarea construcției ;

b) tectonica și microtectonica zonei cercetate, arătîndu-se accidentele tectonice majore, precum și rezultatele analizei microtectonice (diagrama de fisuri); în acest capitol se vor arăta și posibilitățile apariției presiunilor determinate de orientarea forțelor tectonice ;

c) seismicitatea regiunii ;

d) procese geologice dinamice externe și influența lor asupra construcției, atît în timpul executării, cît și în timpul exploatării (în special presiuni);

e) rezultatele măsurătorilor de debit ale apelor subterane, originea lor, agresivitatea față de betoane ;

f) temperatura ce se va întîlni în timpul săpăturilor și factorii care determină schimbarea gradientului geotermic regional ;

g) prezența gazelor, cu menționarea zonelor unde acestea s-ar putea întîlni prin degajarea lor din roci sau prin circulația pe fisuri ;

h) modul de atacare a lucrărilor și măsurile de securitate ce trebuie luate ;

i) zone care trebuie tratate în mod special pentru hidroizolarea și consolidarea terenurilor, precum și măsurile propuse în acest scop ;

j) concluzii și recomandări (privind și necesitatea executării de studii suplimentare în anumite zone).

Materialul grafic va consta din :

— planul general al regiunii, cu marcarea obiectivelor studiate și a lucrărilor executate ;
— harta orohidrografică ;
— harta geologică-tehnică ;
— harta rezistivităților electrice ;
— profilul geologic longitudinal al tunelului, cu marcarea temperaturilor, ivirilor de apă, presiunilor ;
— profile transversale în punctele caracteristice (iviri de apă, presiuni, falii etc.);
— cartodiagrame și hărți de fisuri ;

Scanned with OKEN Scanner

— grafice de măsurarea presiunilor ;
— profilele geologice ale forajelor și lucrărilor miniere executate ;
— buletinele de analiză ale apelor ;
— buletinele de analiză ale aerului și gazelor ;
— buletinele de analiză ale rocilor folosite ca materiale de construcție.

Cap. XVI. CONSTRUCȚII DIVERSE

A. AEROPORTURI

Aeroporturile constituie ansamblul de construcții format din aerodrom, terenul și construcțiile anexe (aerogară, hangare, stația meteorologică și stația radiotelegrafică).

Aerodromul (pista) reprezintă terenul amenajat pentru decolarea și aterizarea aeronavelor, înzestrat cu construcțiile și instalațiile necesare circulației aeriene.

Pentru aeroporturi sînt necesare suprafețe orizontale sau suborizontale, cu declivitate maximă 3%, raza de curbură a ondulațiilor terenului mai mare de 5000 m, iar lungimea de undă a ondulațiilor trebuie să depășească 400 m. Singurele forme de relief care oferă condiții suficiente din acest punct de vedere sînt cîmpiile, luncile cursurilor de apă și terasele.

Suprafața luată în considerație trebuie să îndeplinească următoarele condiții :
— mărime suficientă ;
— una dintre dimensiuni să fie suficient de mare (lungime) pentru a permite realizarea pistelor de decolare și aterizare. Această dimensiune să aibă o anumită orientare față de vînturile predominante din regiune ;
— să nu fie inundabilă ;
— apele subterane să se găsească la cel puțin 1,50 m de suprafață, pentru a nu avea influență negativă asupra stării terenului de fundație și a construcției înseși ;
— să permită instalarea aparatelor de semnalizare și realizarea construcțiilor anexe.

Studiile ce se întocmesc pentru precizarea condițiilor de realizare a pistei se bazează pe cunoașterea tonajului pentru care

Scanned with OKEN Scanner

este prevăzută pista (a sarcinilor pe care le va suporta). Pentru avioane de tip ușor (avioane sanitare) pot fi folosite terenurile orizontale, fără ca să mai necesite vreo amenajare ; pentru avioanele de tonaj mare sau cele cu reacție este necesară amenajarea unei piste de beton, cu o bună fundație.

Terenul pe care urmează să se construiască un aeroport nu trebuie să prezinte denivelări, deoarece acest fapt ar duce la lucrări de terasamente suplimentare.

Pentru alegerea terenului se face o cartare micromorfologică a terenului în raport cu cota proiectată a aeroportului.

Deoarece terenul prezintă proprietăți diferite în apropierea suprafeței, se va executa o cartare și o descriere a solului și subsolului, pe bază de lucrări de explorare din care se extrag probe pentru încercări de laborator. Cartarea și descrierea se va face în raport cu cota proiectată a aeroportului, iar probele se vor extrage cel puțin pînă la limita zonei active (STAS 3300-52). Distanța dintre lucrările de explorare va fi de cel mult 20 m.

Probele extrase vor fi supuse încercărilor de laborator pentru determinarea caracteristicilor fizico-mecanice, conform STAS în vigoare :

— umiditatea, STAS 1913-50 ;
— granulometria, STAS 3282-52 ;
— permeabilitatea, STAS 4166-53 ;
— limita de plasticitate, STAS 1916-50 ;
— indicele de capacitate portantă, STAS 2576-51 ;
— presiuni admisibile, STAS 3503-52.

În afară de încercările de laborator se efectuează încercări direct pe teren (încercări pe placă), pentru determinarea capacității portante.

Toate aceste caracteristici vor fi grupate după zone, pentru evidențierea zonelor care prezintă caracteristici defavorabile și măsurile ce trebuie luate pentru îmbunătățirea terenului de fundație. Zonele care reprezintă funduri de bălți uscate se evită.

Se vor face observații asupra capacității de drenare naturală a terenului, arătîndu-se dacă apele de precipitații sînt drenate repede sau nu, în condițiile unor precipitații torențiale sau de lungă durată. Profilul transversal al terenului va avea panta maximă 2,5% pentru a permite scurgerea naturală a apelor de precipitație.

Un teren poate asigura drenarea naturală pentru o cantitate de precipitații căzută într-un timp mai îndelungat, dar nu poate asigura drenarea aceleiași cantități într-un timp scurt. În cazul în care nu se poate asigura drenarea naturală a acestor ape, se vor prevedea rigole și drenuri pentru scurgerea lor.

Scanned with OKEN Scanner

Aceeași atenție se va da și apelor subterane ; în cazul în care acestea se găsesc aproape de suprafață, se vor lua măsuri de drenare a lor sau se vor prevedea lucrări speciale de fundație. Se va da o deosebită atenție agresivității apelor față de betoane, precum și condițiilor de stabilitate ale terenului și construcției în această situație.

Drenarea unui teren de aviație are drept scop :

— evacuarea apelor de suprafață printr-o infiltrație rapidă ;

— împiedicarea pătrunderii apelor de pe suprafețele învecinate pe suprafața de zbor ;

— adîncirea nivelului pînzei de apă freatică ;

— crearea condițiilor necesare întreținerii vegetației ierboase.

Alegerea sistemului de drenaj este determinată de :

— microrelief ;

— constituția geologică a terenului ;

— granulația terenului pînă la adîncimea de 1,50 m ;

— adîncimea apei freatice ;

— condițiile hidrogeologice regionale ;

— nivelul posibil de evacuare a apelor strînse în rețeaua de drenaj a aerodromului ;

— cantitatea de precipitații ce poate cădea în unitatea de timp (pe oră, pe anotimp și anual);

— condițiile climatologice și meteorologice.

În urma cercetărilor ce se execută, se va determina capacitatea portantă a terenului ținînd seamă de :

— capacitatea portantă după zone ;

— variația capacității portante după gradul de compactare ;

— capacitatea portantă optimă ;

— capacitatea portantă reală.

Pentru pămînturile folosite la terasamente se va cere determinarea condițiilor optime de compactare (umiditate, lucru mecanic).

Fundațiile pistei se vor executa conform prevederilor STAS 6054-59 (adîncimea de îngheț). Grosimea betonului este determinată de sarcinile pe care le suportă pista. Betonul se toarnă cu rosturi. Pista de decolare-aterizare este prevăzută la fiecare capăt cu cîte o culee.

O atenție deosebită se va da și materialelor de construcție, atît celor folosite pentru terasamente, cît și celor folosite ca agregate pentru betoane.

In cadrul studiilor se va rezolva și problema alimentării cu apă a aeroportului.

Scanned with OKEN Scanner

B. FUNICULARE

Funicularul este calea aeriană de transport pentru materiale sau pentru persoane, formată din unul sau mai multe cabluri purtătoare sau de rulare, pe care circulă atîrnat materialul de rulare.

Față de alte mijloace de transport, funicularul are traseul cel mai scurt, poate străbate orice teren accidentat, cu pante de 600‰ (30°), necesitînd lucrări minime de terasamente și fundații (fig. 134).

O instalație de funicular cuprinde următoarele părți principale: calea propriu-zisă, cablul tractor, vehiculul și stațiile. *Calea* este constituită din cablurile purtătoare, sprijinite pe un anumit număr de piloni.

Pilonii folosiți la susținerea cablului purtător, asigură și înălțimea necesară acestuia și preluarea sarcinii cablului purtător.

Pe porțiunile convexe ale liniei, pentru a se evita construirea unui mare număr de piloni pe o distanță scurtă, în scopul menținerii cablurilor, se construiesc treceri în arc de cerc, care servesc la ghidarea cablului purtător. Corpul pilonului asigură înălțimea de suspensie a cablurilor și transmite reacțiunile capului pilonului la fundații. Fundațiile pilonului constau în general din blocuri individuale de beton (sau lemn) și servesc la asigurarea stabilității pilonului.

Fundațiile pilonilor de funicular reprezintă fundații izolate pentru stîlpi (STAS 2966-54).

Condiția esențială a unui amplasament pentru fundația unui pilon este stabilitatea terenului. Deoarece, în general aceste fundații nu au dimensiuni mari, poate fi găsit destul de ușor un amplasament convenabil. Sînt totuși cazuri — în puncte impuse — unde condițiile de stabilitate nu sînt optime (pilonul Brîndușa de la traversarea peste Ialomița a funicularului Lespezi—Pucheni, unde se realizează o deschidere de aproape 1000 m) sau în zone constituite din terenuri nisipoase, asupra cărora eroziunea acționează intens. În aceste situații, se iau măsuri constructive corespunzătoare pentru asigurarea stabilității fundației (ziduri de sprijin, ancore, combaterea eroziunii etc.).

Poziția fundației față de stîlp va fi astfel, încît excentricitățile forțelor verticale, în diferite ipoteze de încărcare, să fie cît mai reduse. În cazul cînd fundațiile a doi piloni se întretaie, se va realiza o singură fundație.

Stațiile funicularului sînt construcții așezate la capete (stații terminus), la intersecția aliniamentelor (stație de unghi sau

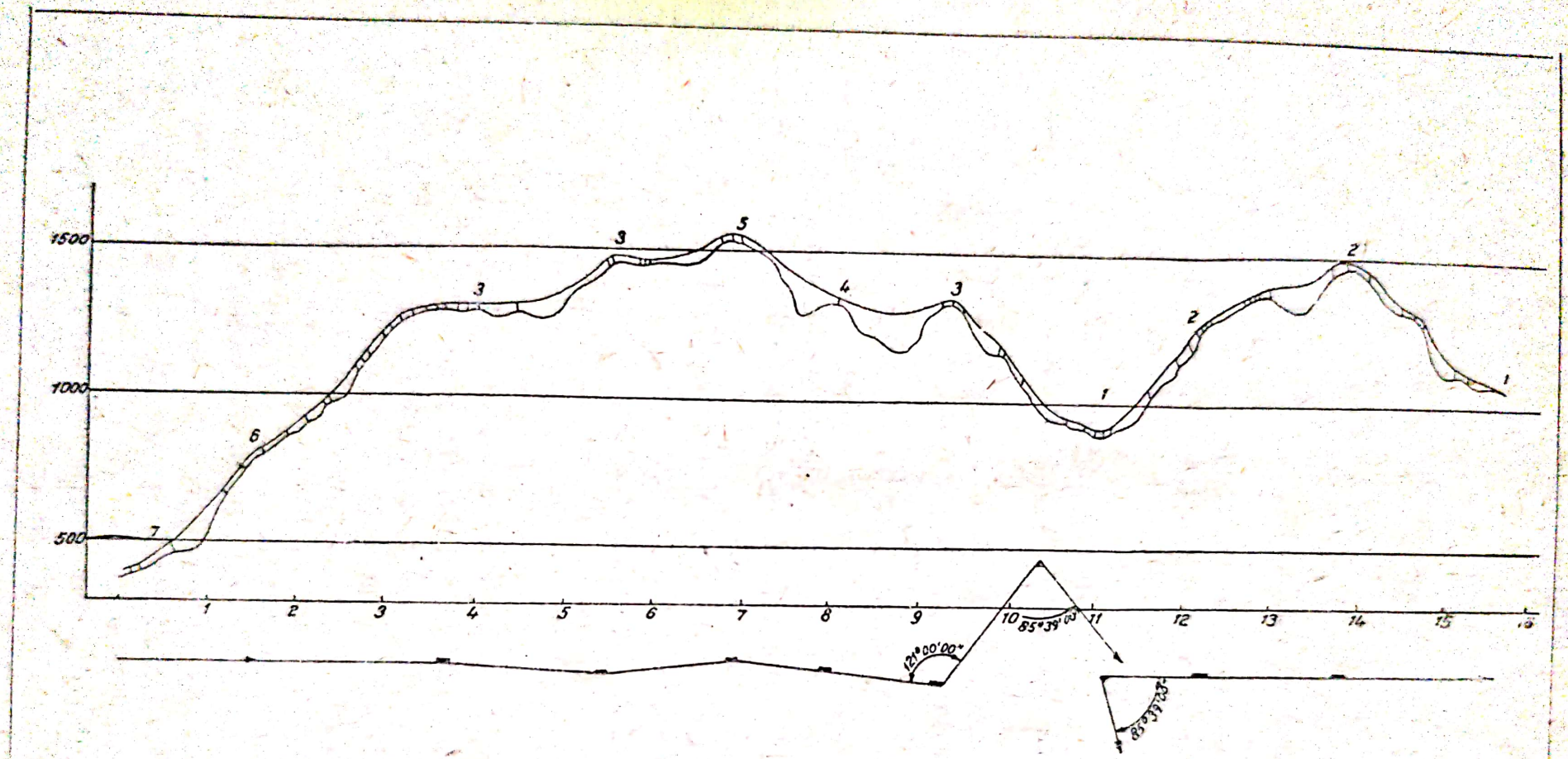


Fig. 134. Profilul traseului unui funicular:

1 — staţie de încărcare ; *2* — trecere pe şină ; *3* — staţie de unghi ; *4* — trecere pe cablu ; *5* — staţie de motoare, de unghiu şi de vîrf ; *6* — staţie de ancorare şi întindere ; *7* — staţie de descărcare.

intermediară), sau în porțiunile convexe ale liniei (stație de vîrf și întindere a cablului). Realizarea lor pune în special probleme de stabilitate.

În cadrul studiului ce se întocmește pentru funiculare, o atenție deosebită se dă deplasărilor de teren și celorlalte procese geologice dinamice externe; materialul grafic anexat va pune în evidență deplasările de teren în lungul traseului (harta geologică) și situația geologică din dreptul fiecărui amplasament de pilon, pe profil longitudinal și profile transversale.

C. STÎLPI PENTRU LINII DE ÎNALTĂ TENSIUNE

Studierea unui traseu pentru linie de înaltă tensiune, pune problema de stabilitate, ca și cea a traseului de funicular. Lucrările de cercetare și problemele ce se ridică sînt în general aceleași ca la traseul de funicular, cu precizarea că distanța dintre acești stîlpi se menține aceeași în tot lungul traseului.

D. TRAVERSĂRI DE CONDUCTE

Traversarea unei conducte (în general atunci cînd întîlnește un curs de apă) se poate face pe un pod existent, pe deasupra apei, sau pe sub apă.

În cazul în care pe traseul conductei sau în imediata ei apropiere există un pod, conducta se va trece pe pod, luîndu-se măsuri corespunzătoare de protecție a ei.

Dacă există un traseu obligat, traversarea se face pe deasupra sau pe sub apă.

Traversarea pe deasupra apei trebuie să se facă la o cotă, care — în cazul rîurilor navigabile — să permită trecerea ambarcațiunilor pe sub ea. Conducta este ancorată pe cele două maluri prin masive de ancoraj (culei); în plus se execută un sistem de susținere a conductei — ancorat pe mal — prin tiranți metalici.

Dacă, din anumite motive, nu este posibilă traversarea conductei pe deasupra apei, ea va fi traversată prin apă, adică va fi îngropată în aluviuni sau în roca din patul rîului. Conducta va fi îngropată sub adîncimea maximă de afuiere; în anumite cazuri, se poate realiza cimentarea aluviunilor în zona conductei.

Studiile ce se execută sînt asemănătoare celor pentru construcția podurilor.

Scanned with OKEN Scanner

Cap. XVII. ASISTENȚA GEOLOGICĂ ÎN TIMPUL EXECUȚIEI LUCRĂRILOR DE CONSTRUCȚII

Cercetarea geologică-tehnică pentru construcții nu se limitează numai la stadiile de proiectare, ci se continuă și în faza de execuție.

Practica a dovedit că, participarea activă a geologilor este necesară și în timpul executării lucrărilor de construcție și că, cu cît șantierul este mai mare, cu cît sînt mai mari și mai variate construcțiile ce se execută, cu atît rolul geologilor de șantier este mai important. În perioada de execuție, activitatea constructorului, a proiectantului și a geologului trebuie să decurgă în cea mai strînsă legătură, deoarece în această perioadă se verifică în practică rezultatele cercetărilor efectuate anterior, care justifică din punct de vedere geologic soluțiile alese în proiectare și permit alegerea soluțiilor celor mai operative pentru rezolvarea unor probleme legate de condițiile geologice tehnice concrete ale șantierului.

S a constatat că, în multe cazuri, după întocmirea proiectului de execuție, apare necesitatea efectuării unor cercetări suplimentare. De aceea, este obligatorie participarea geologilor la controlul lucrărilor de execuție.

Genurile de lucrări ce se efectuează în perioada executării construcțiilor, cît și volumul acestora, diferă de la un tip de construcție la altul, în funcție de condițiile geologice ale regiunii și de gradul de detaliere a diferitelor probleme.

În condițiile realizării unei construcții, asistența geologică trebuie să fie îndreptată spre :

— cercetări suplimentare pentru definitivarea planului de lucru ;

— lucrări experimentale, pentru calcularea fluxului de apă subterană în săpăturile construcțiilor și pentru stabilirea lucrărilor necesare pentru drenarea lor ;

— stabilitatea terenurilor din zona construcțiilor ;

— documentarea geologică a săpăturilor ;

— observații permanente asupra regimului apelor subterane ;

— controlul respectării normelor speciale de execuție ;

— respectarea normelor de tehnica securității.

În cadrul cercetărilor suplimentare trebuie precizate și detaliate condițiile geologice-tehnice din sectoarele cele mai complicate și mai importante pentru construcție. În afară de aceasta, mai sînt necesare lucrări auxiliare la construcțiile anexe, care

Scanned with OKEN Scanner

nu au putut fi cercetate amănunțit înainte de faza de execuție. La definitivarea proiectelor de execuție este necesar uneori completarea datelor geologice tehnice existente, pentru anumite zone ale construcției, în special în ceea ce privește regimul apelor subterane.

Problemele privind *regimul apelor subterane*, în perioada de execuție și în perioada de exploatare nu sînt totdeauna suficient precizate în proiectul de execuție, deoarece observațiile au fost efectuate într-un timp relativ scurt, încît nu s-au putut obține rezultate concludente, apropiate de realitate. De aceea, lucrările în această direcție se continuă, adunîndu-se un număr cît mai mare de date experimentale asupra permeabilității rocilor și determinîndu-se condițiile de drenare ale apelor subterane. Prognoza fenomenului de drenare servește în scopuri ameliorative.

Principalele cercetări în această perioadă sînt pompările experimentale în zonele săpate și în foraje izolate, precum și observarea regională a regimului apelor subterane.

Documentarea geologică în timpul execuției este partea cea mai importantă din complexul de lucrări care țin de asistența geologică a șantierului. Ea urmărește :

— verificarea rezultatelor cercetărilor anterioare în condițiile săpăturilor deschise ;

— confruntarea definitivă a condițiilor geologice-tehnice reale cu cele adoptate în proiectul de execuție la calculul taluzurilor, fundațiilor construcțiilor, la alegerea mijloacelor de execuție a lucrărilor ;

— stabilirea tuturor nepotrivirilor între condițiile geologice tehnice reale și cele adoptate în proiect, în baza datelor obținute prin cercetări și evaluarea influenței acestora asupra construcțiilor ;

— recomandări asupra unor măsuri de folosire a unor factori geologi favorabili, de care nu s-a ținut seama în proiectare, pentru îmbunătățirea construcției taluzurilor fundațiilor construcțiilor, simplificarea metodelor de execuție a lucrărilor și reducerea volumului lucrărilor ;

— în cazul apariției factorilor defavorabili, se fac recomandări corespunzătoare pentru evitarea consecințelor dăunătoare determinate de acești factori ;

— întocmirea documentației geologice pentru construcțiile în curs de executare.

Lucrările pentru documentarea geologică constau în observarea sistematică de către geologi a tuturor săpăturilor de construcție. In acest proces de observare, se stabilește succesiunea stratigrafică, compoziția litologică și modul de zăcămînt al ro-

Scanned with OKEN Scanner

cilor scoase la zi prin săpături, se studiază condițiile hidrogeologice, se descoperă locul afluxului de apă, se determină mărimea acestui aflux; de asemenea, se observă felul de comportare a rocilor în taluzuri și în fundul săpăturii.

O atenție deosebită trebuie să se acorde stabilirii cauzelor care provoacă diferite deformații în săpături, și distrugerea rocilor din aceste săpături (alunecări, umflări, erupția apelor subterane, sufozia, tasarea terenurilor macroporice, eroziuni etc.).

De obicei, documentarea geologică este însoțită de alegerea probelor de terenuri de pe taluzuri și de pe fundul lucrărilor de săpături pentru verificarea determinărilor proprietăților fizico-mecanice.

Din tranșeele săpate pentru construcțiile masive și care descoperă apele subterane, se iau probe din ape, pentru determinarea agresivității lor asupra betonului.

În timpul efectuării observațiilor enumerate, se întocmesc rapoarte zilnice speciale și profile geologice tehnice ale săpăturilor, în punctele caracteristice.

Rapoartele zilnice trebuie întocmite pentru unele porțiuni ale săpăturilor și pentru fiecare tranșee a construcțiilor masive. În ele este descrisă săpătura, pe toată lungimea ei, cuprinzînd toate elementele din care se compune săpătura: taluzurile, banchetele, fundul. Acestea se descriu nu numai în profilul definitiv, dar și în stadiile intermediare de lucru. În rapoarte, se descriu detaliat caracteristicile rocilor descoperite, toate elementele hidrogeologice, comportarea lor și, afară de aceasta, în mod obligatoriu se fixează timpul, intensitatea realizării săpăturii, modul de realizare, mărimea epuismentelor, stabilitatea excavatoarelor și a liniilor de acces pentru transport în timpul săpării diferitelor terenuri.

Principalele secțiuni geologice-tehnice trebuie să arate condițiile tipice pentru fiecare porțiune din săpătură. Secțiunile se construiesc după profile alese din timp; este bine ca aceste profile să corespundă cu liniile profilelor din perioadele anterioare de cercetare. Punctele terminale ale acestor profile de observare trebuie fixate prin țăruși, în afara profilului săpăturii.

Suprafața terenului se trece pe profil la scară mare. Periodic, pe măsura adîncirii săpăturii, se efectuează ridicări repetate de la aceiași țăruși; sînt cotate nu numai profilele topografice, dar și limitele stratelor, nivelele apelor subterane și alte puncte ce prezintă interes din punct de vedere geologic. De aceea, ridicările repetate trebuie efectuate în prezența geologului, după indicațiile acestuia.

Scanned with OKEN Scanner

Datele fiecărei ridicări repetate se trec succesiv pe profil și după ele, treptat, de sus în jos, se întocmește, cu o detaliere limitată, profilul geologic principal pentru diferite săpături. Concomitent cu întocmirea acestui profil este util să se întocmească și profilele geologice intermediare, pentru fiecare ridicare în parte.

Dacă în timpul săpării se produc deplasări de teren, tasări sau refulări, atunci aceste fenomene se trec, de asemenea, pe profilele corespunzătoare ; în acest scop, pot fi făcute chiar profile transversale, speciale.

Rezultatele încercărilor de laborator, de control, a terenurilor se trec de asemenea pe profilele geologice întocmite.

Frecvența ridicărilor repetate se stabilește de către geolog, pentru fiecare caz concret, în general, în funcție de complexitatea condițiilor geologice, de intensitatea lucrărilor de construcție și de stabilitatea rocilor în săpătură. De regulă, ridicările trebuie făcute după deschiderea zonelor cu ape subterane, precum și în cazul dislocării terenurilor în taluzurile construcției și, în sfîrșit, la terminarea săpăturii, adică la obținerea profilului proiectat.

Rapoartele zilnice și profilele reprezintă principalele și cele mai importante documente geologice, oglindind condițiile naturale reale ale tuturor săpăturilor. La ele se anexează tabele și grafice ale cercetărilor suplimentare de laborator ale terenurilor și analizele apelor subterane, precum și fotografii și scheme.

Observațiile minuțioase asupra săpăturilor de construcție și analiza corectă a rezultatelor acestor observații vor da posibilitate geologilor să rezolve cu deplină siguranță și bună justificare toate problemele practice enumerate, privind documentarea geologică a lucrărilor de construcție. Etapa finală a lucrărilor documentării geologice este întocmirea planurilor definitive de execuție, în care se arată, cu mai multă precizie, pe planuri și profile, în ce anume condiții geologice-tehnice definitive se găsesc construcțiile ce se execută.

Piesele grafice întocmite în cursul execuției cuprind :

— planurile geologice ale fundurilor săpăturilor tuturor construcțiilor mari, cu trasarea contururilor fundațiilor și arătarea sarcinilor pe care construcțiile le transmit terenului ;

— profilele construcțiilor, în care sînt arătate construcția geologică a terenului în care se sapă și elementele constitutive ale construcției inclusiv amenajările (drenaje și dispozitive contra infiltrațiilor, piloți, palplanșe, umpluturi de pămînt, materiale folosite pentru îmbunătățirea terenului de fundație);

Scanned with OKEN Scanner

— profilele caracteristice ale construcției, cu arătarea tipurilor de consolidare a taluzurilor, drenărilor, digurilor etc., în sectoarele în care ele există ;

— profile hidrogeologice transversale, în zona de influență a construcției asupra regimului natural al apelor subterane pe care se reprezintă diferite situații ale acestei influențe în funcție de cota apei în săpătură.

Pe toate aceste profile, sub formă de tabele, se trec proprietățile fizico-mecanice principale ale diferitelor tipuri de roci care intră în constituția diferitelor sectoare.

Pe profile se arată, de asemenea, apele arteziene după măsurătorile simultane la o anumită dată, convențional data terminării construcției. Această dată se trece în mod obligatoriu pe profile. Modificările ulterioare ale nivelelor se înregistrează în cursul observațiilor permanente, în timpul exploatării construcțiilor.

Pentru întocmirea planurilor de execuție, în majoritatea cazurilor, pot fi utilizate secțiunile principale și alte materiale de documentare geologică.

Planurile geologice ale fundurilor tranșeelor construcțiilor masive se întocmesc separat, imediat înaintea turnării fundațiilor și după ce va fi constatată pregătirea totală a terenului de fundație.

Toate planurile geologice de execuție se întocmesc și se semnează de geologi și de inginerii constructori. Aceste planșe sînt documente tehnice principale, în primul rînd pentru controlul ulterior al construcțiilor, iar în al doilea rînd pentru toate cazurile cînd va fi nevoie de date asupra condițiilor geologice-tehnice în care au fost executate construcțiile.

Observațiile staționare (permanente) asupra regimului apelor subterane, începute din faza inițială de cercetare, trebuie să continue și în perioada de construcție. Tocmai în acest timp trebuie să se stabilească definitiv rețeaua punctelor constante de observație, care se va păstra și în perioada de exploatare a construcțiilor.

Observațiile staționare asupra apelor subterane trebuie să se facă în toată zona în care se simte influența construcției, pentru studierea noilor condiții hidrogeologice care vor apărea în perioada de construcție și se vor stabiliza după ce construcția va fi terminată. Prin aceste observații, trebuie să fie determinate limitele influenței de drenare a construcției, limitele de răspîndire a zonelor impermeabile ale apelor subterane iar, uneori, este necesar să se studieze și variația regimului pe anumite porțiuni.

Scanned with OKEN Scanner

Observațiile menționate trebuie să fie făcute după profile transversale din foraje de observație, echipate cu cele necesare. Profilele transversale trebuie să fie așezate în așa fel încît să caracterizeze toate unitățile hidrostructurale principale.

Rețeaua staționară de observații trebuie să fie dezvoltată în special în zona construcțiilor masive. Aici, observațiile pot da materiale extrem de importante, în baza cărora se va putea semnaliza, la timpul oportun, măsurile necesare în cazul apariției unei infiltrații intense, creșterea subpresiunii în urma relei funcționări a drenurilor, a zonelor impermeabile periculoase ale apelor subterane.

Extrem de utile sînt observațiile asupra infiltrației în diguri și baraje. Pentru aceasta, în timpul construcției barajelor și a digurilor, se prevăd, în afara aparaturii descrise, și foraje de observație sau galerii, în care — în perioada de exploatare — se fac observații asupra nivelului apelor de infiltrație, care să permită aprecierea curbei de infiltrație în secțiunea transversală a barajului sau a digului.

In fine, în punctele locuite din jurul construcțiilor, unde, după presupunerile existente, în urma drenării de către construcție a fluxului subteran, nivelul apei subterane ar fi coborît foarte mult, trebuie organizate observații hidrogeologice permanente. Observațiile efectuate ar permite, în caz de nevoie, luarea din timp a măsurilor necesare pentru restabilirea alimentării locale de apă. Organizarea observațiilor staționare din aceste puncte trebuie să fie precedată de lucrări de explorare, pentru precizarea condițiilor hidrogeologice generale ale regiunii respective.

Controlul construcțiilor începe din perioada de construcție și continuă în timpul exploatării, pînă se ajunge la siguranța asupra stabilității construcției în mod practic și nu se mai observă nici un fel de complicații în comportarea terenului de fundație sau a apelor subterane.

Aceste lucrări, într-o mare măsură, intră în competența constructorilor, însă la întocmirea programelor, la efectuarea unui șir de observații de teren, la analiza materialelor de observații și la luarea oricăror hotărîri operative tehnice, participarea geologilor este obligatorie. De aceea, este bine ca observațiile amintite să fie făcute în comun de constructori și geologi.

In timpul executării construcțiilor unui baraj, se urmăresc în permanență săpăturile, pentru verificarea profilelor întocmite pe baza lucrărilor de explorare și se corectează profilele, în funcție de rezultatele săpăturilor.

Scanned with OKEN Scanner

În mare, problemele ce se urmăresc sînt :

— ridicarea geologică a tuturor deschiderilor și compararea lor cu profilele întocmite pentru studiile necesare proiectului de execuție ;

— stabilirea caracterului alunecărilor ce se produc și precizarea măsurilor ce trebuie luate pentru prevenirea și combaterea lor ;

— stabilirea definitivă a adîncimii de fundare, în funcție de natura terenului de fundație ;

— stabilirea programului de desfășurare a lucrărilor de cimentare (îmbunătățirea terenului de fundație, impermeabilizări, legătura beton-rocă);

— stabilirea secțiunii definitive a căptușelilor pentru galerii.

Ridicarea geologică a deschiderilor constă din cartarea petrografică, cu indicarea fisurilor, alterațiilor, ivirilor de apă. Cartarea punctelor din amplasamentul barajului se face la scara 1 : 50—1 : 200. Separat, se întocmește un raport în care se face descrierea detaliată a punctelor de observație.

Pentru fiecare plot se întocmește separat un plan și se face o descriere a suprafeței de fundație, care fundamentează avizul pentru începerea betonării. Geologul participă la pregătirea suprafeței de fundație, controlînd modul de executare al lucrărilor precum și spălarea ei.

Pentru lucrările de injectare se urmăresc probele de permeabilitate și consumurile de ciment. Rezultatele obținute se compară cu cele din încercările anterioare și se stabilesc adîncimile de cimentare, presiunile și rețeta mortarului ce urmează să se injecteze, notîndu-se :

— profilul geologic al forajului ;
— recuperajul ;
— absorbția specifică, în l/m/min/at ;
— mortarul ce se injectează, în kg/m.l. de foraj ;
— raporturile de amestec al materialelor folosite pentru mortar ;
— presiunile folosite pe tipuri de roci, în funcție de absorbția specifică.

După ce se începe turnarea betonului — la o fază mai avansată — se fac observații asupra tasărilor și subpresiunilor.

După umplerea lacului, se fac observații asupra pierderilor de apă prin versanți sau pe sub baraj, asupra stabilității versanților în contact cu apa și asupra fenomenului de subinundare.

* * *

Scanned with OKEN Scanner

Recepționarea fundațiilor constă în examinarea detaliată de către o comisie a suprafeței de fundație, cu efectuarea, în caz de nevoie, a încercărilor de teren în laboratorul de control. Recepționerii întocmesc un act în care se confirmă pregătirea definitivă a rocilor de fundație pentru executarea construcțiilor pe ele.

În timpul săpăturilor pentru fundații, geologii — ținînd seama de caracterul și de starea fizică a rocilor — trebuie să indice constructorilor grosimea stratului de protecție în fundație și să recomande metoda de îndepărtare a acestui strat, chiar înaintea începerii executării lucrărilor de fundație.

Rolul stratului de protecție este protejarea fundației contra deteriorării de către mecanismele de construcție și transport sau de acțiunea dăunătoare a agenților de alterare. Problema grosimii stratului de protecție implică o deosebită atenție în cazul folosirii explozivilor la săpare, deoarece efectuarea neatentă a exploziilor duce uneori la degradarea rocilor din terenul de fundație, la creșterea capacității lor de infiltrație și, în general, la slăbirea terenului de fundație.

În mod special se atrage atenția asupra faptului că nu este permis ca săpăturile de fundație să fie lăsate deschise, acest fapt avînd ca urmare degradarea terenului de fundație, determinată în primul rînd de acumularea de apă în săpătură.

La diguri, ținînd seama de înălțimea lor, precum și de presiunea apei asupra lor, controlul geologic-tehnic, în timpul construcției, poate fi limitat la luarea sporadică a probelor de roci din diguri, la cercetarea lor în laborator și la confruntarea caracteristicilor fizico-mecanice ale rocilor cu caracteristicile date în proiect la calcularea stabilității digurilor. Trebuie supravegheată alegerea corectă a materialului pentru drenuri și filtre inverse și așezarea lui în conformitate cu proiectul.

Calitatea materialelor de construcții folosite trebuie confirmată de geologii care dau asistența tehnică.

Digurile construite, se țin sub observație pînă la stabilizarea lor completă, pentru a se putea semnala la timp apariția unor fenomene a căror evoluție ulterioară ar putea duce la complicații serioase în exploatare: curgerea terenurilor și tasări în taluze, sufozia, tulburarea funcționării normale a drenurilor etc.

* * *

Observațiile asupra tasărilor încep în perioada de construcție, din momentul cînd încep să crească simțitor sarcinile asupra terenului de fundație de la construcțiile ce se execută și se

Scanned with OKEN Scanner

continuă și după terminarea construcțiilor, pînă la încetarea practică a tasărilor.

Ele permit, nu numai să se aprecieze dacă calculele din proiect sînt corecte, ci, pe baza lor se poate face și redistribuirea în timp util a sarcinilor, în cazul cînd tasările sînt prea mari sau neregulate, evitîndu-se urmările dăunătoare pe care acestea le-ar putea avea asupra construcției.

Aceste observații se fac după metoda cunoscută, în general, prin așezarea, în diferitele elemente constituente ale construcțiilor, a reperelor de observație și prin citiri ulterioare periodice, foarte precise, a reperelor, întocmindu-se grafice de tasări pentru fiecare reper, deoarece, de obicei, tasările cele mai mari se produc imediat după aplicarea sarcinilor și după aceea scad sau încetează. Citirea reperelor trebuie începută încă în timpul construcției iar în prima perioadă de exploatare trebuie făcute citiri mai dese. Acest lucru permite urmărirea evoluției tasărilor prin creșterea sarcinilor și evoluția lor ulterioară sub sarcina definitivă. Mai tîrziu, cînd se constată o încetinire vizibilă a tasărilor, citirile pot fi făcute mai rar.

Este recomandabil ca citirile diferitelor repere în timpul observațiilor să fie efectuate de aceleași persoane și, mai ales, să fie făcute cu aceleași instrumente.

Toate citirile și alte lucrări topografice trebuie să fie legate de repere masive și bine fixate, special bătute pentru acest scop, în diferite puncte ale construcțiilor și avînd coordonate determinate precis. Fixarea reperelor de observații pe elementele constructive trebuie să fie prevăzută în planurile de execuție ale construcției respective.

Observarea tasărilor este absolut obligatorie pentru toate construcțiile care se realizează pe roci compresibile. Astfel de observații, eventual la o scară mai mică, trebuie făcute și pentru controlul construcțiilor ce se execută pe roci stîncoase, și al construcțiilor fundate pe chesoane și palplanșe sau piloți ce ajung uneori pînă la roci dure.

La toate construcțiile în curs de execuție și la cele terminate trebuie să fie observată cu mare atenție *apariția fisurilor* și a altor deformații ale construcției, precizîndu-se cauzele apariției lor. În cazul cînd aceste fenomene sînt în legătură cu comportarea rocilor, ele trebuie să fie observate în mod special de geologi pentru aprecierea importanței lor practice și pentru luarea măsurilor de înlăturare.

* * *

Scanned with OKEN Scanner

Un domeniu foarte important al lucrărilor de control geologic-tehnic este *supravegherea sistematică a taluzurilor*, pe toată lungimea săpăturilor. Trebuie depistate pe cît posibil, în stadiile inițiale, toate cazurile de tulburare a stabilității terenurilor : deplasări, tasări, refulări, sufozie, prăbușiri de bolovani în săpături de stîncă, eroziunea intensă a taluzurilor de către apele atmosferice sau subterane, distrugerea rocilor sub influența proceselor de uscare. Simultan se supraveghează funcționarea normală a drenurilor, modul de comportare a consolidărilor și a scurgerilor de apă.

În toate cazurile enumerate mai sus, geologii trebuie să evalueze caracterul și scara fenomenului, precizînd dacă acesta periclitează stabilitatea generală a taluzului și făcînd recomandări pentru prevenirea fenomenelor sau pentru luarea de măsuri contra urmărilor dăunătoare.

În actul de recepție se consemnează dacă taluzurile au fost bine săpate și dacă sînt pregătite pentru amenajarea diferitelor tipuri de consolidări, impermeabilizări sau drenaje.

*
* *

O atenție deosebită trebuie dată *comportării fundului săpăturilor*, mai ales la săpăturile adînci în care, datorită unei descărcări considerabile la fund, pot apărea fenomene de refulare a rocii, ca rezultat al stării lui încordate în taluzuri sau versanți. Aceste observații pot fi făcute după anumite profile transversale ale săpăturii, prin măsurarea repetată a adîncimilor.

*
* *

Din cele expuse reiese că pentru precizarea taluzurilor este necesară *săparea unor sectoare experimentale* în diferite tipuri de roci, cu taluzurile prevăzute în proiect. Aceste sectoare experimentale trebuie să fie terminate înainte de începerea lucrărilor de construcție, întrucît datele obținute din observațiile făcute asupra lor pot oferi soluții constructive definitive în legătură cu stabilitatea taluzurilor și a fundului săpăturii și, în plus, pe platforme experimentale speciale ale taluzelor, se pot aplica diverse tipuri de consolidare permițînd alegerea celui mai indicat dintre acestea. În aceste sectoare este indicat să se facă și experiențe privind comportarea taluzurilor deschise la alterare. Trebuie menționat, că atenție tot atît de mare trebuie să se dea și proceselor de eroziune, în special la rocile argiloase. Prin uscare, argilele se fisurează puternic și se transformă într-o masă friabilă uscată, slab

Scanned with OKEN Scanner

legată, care se surpă ușor și se spală de pe suprafața taluzului, expunînd eroziunii noi suprafețe. Acest proces, în decursul timpului, poate duce la deteriorarea vizibilă a taluzului.

Ca măsură de prevedere, de cele mai multe ori se execută o acoperire artificială, care să mențină umiditatea în rocă, și o consolidare prin plantarea unei vegetații rădăcinoase.

Din punct de vedere organizatoric, controlul geologic asupra construcțiilor se efectuează în timpul execuției în parte de geologi (observații asupra terenurilor și apelor subterane) și în parte de ingineri constructori (observații asupra construcțiilor). În perioada de exploatare, toate observațiile asupra comportării construcțiilor executate și asupra regimului apelor subterane în rețeaua staționară, se efectuează de către personalul ce deservește construcția și care în mod permanent trebuie să se consulte cu geologii în toate problemele ce intră în competența acestora.

Rezultatele observațiilor asupra controlului geologic pentru construcții se trec în rapoarte, completate cu materiale grafice: planuri, secțiuni, grafice, tablouri.

*

* *

Pentru toate domeniile de asistență geologică a construcțiilor, trebuie întocmite programe detaliate de cercetări și instrucțiuni pentru executanții direcți ai lucrărilor. Aceste programe și instrucțiuni se pot completa, preciza și perfecționa în timpul efectuării cercetărilor în funcție de condițiile naturale întîlnite în cursul execuției.

După terminarea lucrărilor, pentru fiecare domeniu de asistență geologică, se întocmesc dări de seamă recapitulative complexe, iar în timpul asistenței se dau diferite soluții și recomandări și, dacă este necesar, se întocmesc dări de seamă pe etape și informative.

Dările de seamă recapitulative, împreună cu planurile geologice de execuție reprezintă documentarea completă a construcției.

Din cele expuse mai sus, reiese că pentru tot complexul de cercetări, care poartă denumirea de *asistență geologică în timpul execuției*, este necesar, ca geologii să depună o muncă zilnică conștiincioasă și să aibă la dispoziție utilajul corespunzător (instrumente și mijloace de transport). În timpul execuției construcției, asistența geologică-tehnică furnizează elemente necesare și importante; în multe cazuri, ele ușurează rezolvarea problemelor de construcție și contribuie la buna desfășurare a lucrului.

Scanned with OKEN Scanner

Executarea lucrărilor de construcții reclamă participarea personalului de specialitate.

Desfășurarea cu succes a lucrului în această etapă a cercetării geologice depinde, în mare măsură, de colaborarea între geologi de pe o parte și între constructori și proiectanți pe de altă parte. Pentru asigurarea acestei colaborări este necesar ca geologii să cunoască proiectele construcțiilor cu toate relațiile lor, precum și metodele de executare a lucrării, iar inginerii constructori și proiectanți trebuie să fie bine informați asupra condițiilor geologice în care se vor executa construcțiile proiectate.

Cap. XVIII. ORGANIZAREA ȘI PLANIFICAREA LUCRĂRILOR DE GEOLOGIE TEHNICĂ

Întocmirea unui studiu geologic tehnic reclamă participarea mai multor unități de specialitate, fapt ce determină necesitatea stabilirii unei ordini de execuție, adică fixarea succesiunii lucrărilor de pe teren, din laboratoare sau unități de studii geologice tehnice, precum și eșalonarea în timp a acestora. Este necesară deci planificarea execuției.

Succesiunea execuției este determinată de natura și de obiectivele studiului. Eșalonarea calendaristică, adică durata de execuție în fiecare fază, este condiționată, în principal, de genul și de capacitatea de lucru a secțiilor care contribuie la lucrare. La stabilirea duratei de execuție se ține seama și de anumiți factori externi care pot influența, în special pe teren, desfășurarea normală a lucrului, de exemplu anotimpul în care se lucrează, altitudinea la care se află lucrarea, răspîndirea lucrărilor, diferențele de nivel etc.

Planificarea execuției se bazează deci pe o analiză amănunțită a fiecărei faze a lucrării ce urmează a se realiza, a condițiilor generale și speciale în care se va desfășura execuția și a capacității de execuție, adică a mijloacelor de care dispune executantul (forțe de muncă, mijloace de transport etc.). În afară de stabilirea mijloacelor necesare, planificarea are drept scop fixarea anumitor termene intermediare pentru fiecare fază a lucrării, așa fel încît să fie respectat termenul final de predare a studiului geologic tehnic.

Scanned with OKEN Scanner

Forma organizatorică ce se adoptă pentru realizarea lucrării depinde de natura acesteia. În toate cazurile, prin aplicarea celei mai adecvate forme de organizare se urmărește ridicarea capacității de producție a unității respective și micșorarea prețului de cost a lucrării.

Capacitatea de producție se exprimă în ore medii care reprezintă numărul mediu de ore lunare ale unității, înmulțit cu un coeficient K; acest coeficient rezultă din salariul mediu al unității împărțit la salariul mediu în unitățile de proiectare.

Numărul mediu de ore lunare al unității este în funcție de numărul salariaților direct productivi ai unității n, înmulțit cu 188 deci cu numărul de ore pe care le efectuează un salariat, lunar.

Numărul mediu de ore rezultat, în urma calculului de mai sus, reprezintă capacitatea de lucru a unității, fără încărcare, atunci cînd efectuează lucrări nenormate, la care nu se pot obține depășiri. În cazul lucrărilor normate se mai ia în considerare un coeficient de încărcare K_t, care se stabilește în funcție de realizările anului de bază, adică a anului anterior.

Coeficientul K_t trebuie să reprezinte posibilitățile reale de lucru ale unității de studii și el nu trebuie să fie aplicat mecanic. La introducerea lui în formulă urmează să se analizeze dacă în anul pentru care se stabilește capacitatea de producție există aceleași condiții ca în anul anterior.

Studiile și cercetările de geologie tehnică se execută în urma încheierii unor contracte care se întemeiază pe prevederile din „regulamentul privind elaborarea normelor de deviz, întocmirea devizelor, contractarea, finanțarea, recepționarea și decontarea lucrărilor de geologie" aprobat prin H.C.M. nr. 441/12.V.1962.

Contractele se încheie între unitățile care execută lucrările, denumite — în contracte — *executanți* și unitățile pentru care se execută lucrările, denumite *beneficiari*. Contractele cuprind valorile anuale cu care sînt înscrise lucrările respective în planurile executanților. Regulamentul amintit prevede că „pentru lucrările geologice care se execută în vederea proiectării unor obiective, se încheie contracte pe lucrări". Dacă ulterior încheierii contractului intervin schimbări în valoarea lucrărilor geologice, pe acțiuni sau categorii de lucrări, se încheie acte adiționale la contract, corespunzător noilor valori.

Pentru lucrările neprevăzute inițial în planul executantului, contractul se poate încheia numai cu aprobarea organului căruia îi este subordonat executantul.

Scanned with OKEN Scanner

În toate cazurile, execuția lucrărilor, chiar și după încheierea contractelor, va începe numai după admiterea la finanțare a lucrărilor.

Pentru studiile și cercetările de geologie tehnică se aplică normele de deviz republicane, care au indicatorul C.G. 7 și sînt aprobate de Comitetul Geologic. Se pot aproba de către ministere și celelalte organe centrale de stat, cu avizul Comitetului Geologic, norme de deviz departamentale, pentru lucrările necuprinse în indicatorul C.G., sau pentru care nu s-au elaborat norme republicane sau se propun norme diferite de cele republicane, cu condiția ca aceste norme să poată fi generalizate în cadrul unui minister sau alt organ central de stat.

Devizele studiilor și cercetărilor de geologie tehnică cuprind cheltuielile pentru următoarele faze de lucrări :

— lucrări de teren ;
— lucrări de laborator ;
— lucrări de elaborare a documentațiilor geologice.

Cheltuielile necesare pregătirii și execuției lucrărilor geologice din grupa A (în care intră și lucrările de geologie tehnică) cuprind :

— cheltuieli directe ;
— cheltuieli indirecte ;
— beneficiul, organizarea șantierului și comisionul băncii.

Intrucît, printr-o bună gospodărire, la fiecare capitol de cheltuieli se pot realiza economii care să conducă la reducerea prețului de cost și la mărirea beneficiilor, se arată în continuare care sînt aceste cheltuieli :

Cheltuielile directe:

materiale

— (cheltuielile pentru materialele necesare lucrării);

manoperă

— salariile tarifare ale muncitorilor și ale personalului tehnic direct productiv ;
— premiile de producție ;
— sporul de noapte ;
— recompensa de vechime.

utilaj

— materialele necesare funcționării utilajelor necesare executării lucrărilor geologice ;
— piesele de schimb necesare reparațiilor curente ;
— manopera necesară funcționării și întreținerii utilajelor ;
— amortismentul aferent utilajelor ;
— reparațiile medii.

transporturi

— cheltuielile de transport și manipulare pentru utilajele necesare executării lucrărilor geologice, pentru materialele necesare executării lucrărilor geologice, pentru materialele și pie-

Scanned with OKEN Scanner

sele de schimb necesare funcționării utilajelor și pentru probele geologice colectate.

— transportul personalului direct productiv.

spor de șantier și spor pentru condiții deosebite de muncă, ce se acordă conform prevederilor legale în vigoare.

Cheltuielile indirecte:

cheltuieli generale

— cheltuielile administrativ-gospodărești (cf. anexei 4 la regulamentul amintit).

sarcini sociale

— conf. anexei 5 la regulament.

Devizele se întocmesc de beneficiarii lucrărilor. În cazuri justificate, devizele se pot întocmi și de executantul lucrării, cu aprobarea ministerului sau organului central căruia îi este subordonat. În acest caz, beneficiarul va pune la dispoziția executantului documentația tehnico-geologică necesară.

Dacă devizul nu se întocmește de executant, acesta este obligat ca în termen de 5 zile de la primirea devizului să-l examineze și să-și comunice obiecțiunile.

Finanțarea lucrărilor se face pe baza devizelor anexate la contractul anual sau pe lucrări, încheiat între executant și beneficiar.

Pe măsura efectuării lucrărilor, beneficiarul și executantul încheie acte de constatări lunare, trimestriale și anuale, în faza de teren și faza de elaborare a documentației geologice, pe baza datelor prezentate de executant cu privire la volumul lucrărilor realizate. Constatările se pot încheia și unilateral de executant, cu condiția acceptării situațiilor de lucrări de către beneficiari.

Decontarea provizorie a lucrărilor se face pe bază de programe, defalcate de executant și acceptate de beneficiar.

Regularizarea plăților se face lunar prin programe de lucru, trimestrial și anual, pe baza situațiilor de plată.

Recepția lucrărilor se face de comisii formate din specialiști propuși de beneficiar, numite de ministere sau celelalte organe centrale de stat. Recepția se face pe baza documentației geologice, întocmită de executant, la terminarea lucrărilor.

Raportarea producției realizate de unitatea de studii geologice se face în ore medii și km² convenționali. Prin km² convențional se înțelege km² fizic de un anumit gen de cartare (C.G. 1, C.G. 6, C.G. 7), în anumite condiții morfologice și de complexitate geologică, pentru care se consumă un anumit număr de ore medii, în funcție de genul de cartare. Pentru transformarea celorlalte genuri de cartare există coeficienți de transformare a km² fizici în km² convenționali.

Scanned with OKEN Scanner

Raportarea producției geologice în ore medii și km² convenționali se face după instrucțiunile Comitetului Geologic.

Trimestrial, semestrial și anual se face raportarea producției la Direcția Centrală de Statistică, conform instrucțiunilor de completare a formularului L.G. Din datele înscrise în formularele L.G. rezultă eficiența lucrărilor geologice. Realizările se compară cu toți indicatorii de plan: producție, productivitate, fond salarii, cîștig mediu etc.

În tot cursul execuției lucrărilor, se vor avea în vedere indicatorii planificați, urmărindu-se realizarea în fapt a unor corelații juste între producție și fond de salarii și între productivitate și cîștigul mediu.

Realizarea acestor corelații juste depinde de măsurile organizatorice luate pentru realizarea planului la termen, prin folosirea judicioasă a tuturor mijloacelor, introducerea de noi metode de muncă și folosirea integrală a timpului de lucru.

Scanned with OKEN Scanner

ANEXA 1

Clasificarea rocilor eruptive, simplificată (după Acad. Al. Codarcea)

Criterii de clasificare			Suprasaturate (minerale saturate + cuarț)		Saturate (numai minerale saturate; uneori maximum 10% cuarț)			Nesaturate minerale nesaturate, fără cuarț, cu feldspatoizi)
Chimic	Principiul saturației							
	Aciditate		Acide 65% SiO_2		Intermediare 52% SiO_2		Bazice 48% SiO_2	Ultrabazice 41% SiO_2
Mineralogic	Minerale leucocrate predominante		cuarț + feldspat		feldspați			
	Feldspatul predominant		ortoză plagioclaz acid	plagioclaz acid ortoză	ortoză albit	oligoclaz andezin	labrador anortit	
	Minerale melanocrate		biotit hornblendă augit	biotit hornblendă augit	hornblendă augit biotit	hornblendă augit biotit	dialag hornblendă olivină	dialag hornblendă olivină
Geologic structural	Forma de zăcământ	Structura						
	Roci intrusive plutonice abisice	holocristalină granulară porfiroidă	granit	granodiorit	sienit	diorit	gabbrou	peridotit
	Roci efuzive vulcanice de suprafață	Sticloasă amorfă	piatră ponce, obsidian, pachstein perlit			sticle bazice		augitit
		hemicristalină porfirică microlitică neovulcanice	riolit	dacit	trachit	andezit	bazalt dolerit	
		hemicristalină porfirică microlitică paleovulcanice	porfir cuarțifer	porfir cuarțifer	porfir	porfirit	melafir diabaz	picrit

ANEXA 2

Clasificarea rocilor sedimentare

Roci detritice sau clastice	D	Psefite (7–2 mm)	Psamite (2–0,2 mm)	Aleurite (0,2–0,02 mm)	Pelite (<0,02 mm)
	Necimentate	grohotiș bolovăniș gruș pietriș galeți	nisip grus	praf nisip	praf mîluri argiloase mîluri argilo-calcaroase
	Cimentate (consolidate)	brecie conglomerat arcoză	gresie arcoză	loess gresii foarte fine	loess argile marne ardezii șisturi argiloase
Roci de precipitație fizico-chimică	Marine	lagunare	carbonați, gips, anhidrit, baritină, celestină, sare gemă, silvină, carnalit, săruri delicvescente		
		neritice	dolite calcaroase și feruginoase		
	Continentale	lacuri	mirabilit, sodă, borax, glauberit		
		izvoare	tuf calcaros, travertin, geyserit, pisolite, stalactite, stalagmite		
Roci organogene	Acaustobiolite	calcare, cretă, dolomit, diatomit, menilit, fosforit, guano, salpetru de Chile, salpetru de India			
	Caustobiolite	humite: cărbuni humici (turbă, lignit, cărbune brun, huilă, antracit), liptobiolitici, sapropelici			
		liptobiolite: chihlimbar			
		sapropelite: petrol, ozocherită, asfalt			
Roci reziduale		lehm, terra-rasa, laterit, bauxit soluri			
Roci piroclastice	Necimentate	bombe vulcanice, lapilli, cenușă			
	Cimentate	aglomerate, tuf vulcanic			

Clasificarea rocilor metamorfice
(După L. Mrazec și D. Giușcă)

Felul metamorfismului			Factori	Roci caracteristice
Dinamometamorfism		Epizona	Stres foarte puternic. Presiune litostatică mică. Temperatură mică. Umiditate mare.	Filite, cloritoșisturi, șisturi sericitoase, șisturi grafitoase, șisturi talcoase, șisturi asbestiforme, cuarțite, marmure. Textură șistoasă sau compactă. Structură lepidoblastică, nematoblastică, granoblastică.
		Mesozona	Stres accentuat. Presiune litostatică mare. Temperatură mare. Umiditate mică.	Micașisturi (cu muscovit, cu biotit, cu două mice, cu granați), șisturi cu staurolit, cu disten, amfibolite, marmure, cuarțite, gnais cu mică, cu granați, cu hornblendă. Textură șistoasă, compactă, oculară, rubanată. Structură lepidoblastică, granoblastică, granolepidoblastică.
		Katazona	Stres absent. Presiune litostatică foarte mare. Temperatură foarte mare. Umiditate scăzută.	Gnais cu biotit, cu piroxeni, cu silimanit, marmure cu silicați, piroxenite, eclogite, cuarțite, micașisturi cu biotit, cu granat. Textură compactă, rubanată, șistoasă. Structura granoblastică, cristaloblastică, porfiroblastică.
Metamorfism termic și de contact			Temperatură foarte mare. Aport de substanțe chimice, vapori de apă, gaze, mineralizări.	Șisturi noduloase, corneene micacee noduloase, corneene compacte, cu silicați, marmure cu silicați, oficalcit-skarn. Textură compactă. Structură granoblastică, cristaloblastică, porfiroblastică, structuri relicte.

Scanned with OKEN Scanner

ANEXA 4

Clasificarea tehnico-geologică a rocilor și terenurilor (după F. P. Savarenski)

Grupele de roci și proprietățile lor fizico-tehnice	Clasa	Subclasa și denumirea rocii	Caracterele specifice ale rocii
1	2	3	4
Grupa A *Roci compacte, dure, „stîncoase"* Practic incompresibile, tari (rezistența maximă la compresiune = 500–3500 kgf/cm²), dure (f = 8,20) ; necesită folosirea de explozivi pentru excavare.	1. Eruptive, masive, cristaline, nestratificate. Rezistența maximă 1000–3500 kgf/cm². f=10–20. Inerte în privința comportării față de apă	1. Criptocristaline, grăunțoase (intrusive) : granit, sienit, diorit, diabaz etc. 2. Cristalizate sau microcristaline (efuzive) : porfire, porfirite, trahite, andezite, bazalte etc.	Porozitate neînsemnată (sub 1%), sau porozitate ce variază de la neînsemnată la însemnată, închisă (lave) poroase.
Impermeabile ca atare, permeabile prin fisurare. Infiltrațiile pe fisuri au un caracter turbulent al curentului. Nu absorb apa. Viteza undei seismice de la 2000 la 7000 m/s. Rezistivitatea electrică 10^6–10^{11} ohm–cm³.	2. Metamorfice, masive, cristaline. rezistența maximă 800–2000 kgf/cm². f=8–20.	1. Stratificate (șistoase) : gnais, șisturi cristaline, cuarțite. 2. Nestratificate : marmure și cuarțite nestratificate.	Anizotrope ca proprietăți mecanice, cu diminuarea proprietăților ne direcția de stratificație sau de șistozitate. Insolubile în apă sau slab solubile (marmura).
Favorabile oricăror construcții grele (ca teren de fundație). Sarcini admisibile : 15–40 kgf/cm².	3. Necristalizate (mai rar semicristaline) sedimentare, cimentate. Rezistența maximă 500–1500 kgf/cm². f=8–15.	1. Gresii cuarțitice, detritice, conglomerate și brecii cu ciment dur. 2. Carbonați : calcare, dolomite.	Inerte la apă. Slab solubile în apă.
Grupa B *Roci relativ dure și compacte, (semistîncoase)* Puțin compresibile. Destul de rezistente (rezistența maximă 50–500 kgf/cm²). Duritate medie : f=2–8. Exploatarea lor necesită folosirea de unelte (ciocane, pene) sau de explozivi. Puțin permeabile ca atare, permeabile prin fisurare, cu caracter turbulent al curentului de infiltrație pe fisurile importante.	4 Rocile din grupa A. cu proprietățile fizico-tehnice degradate, cu diminuarea coeficienților de rezistență și duritate.	1. Foarte fisurate, degradate de procesele tectonice și de alte alterări. 2. Alterate cu semne de degradare mecanică și chimică. 3. Dizolvate în parte, cu fenomene carstice: Carbonați.	Puțin permeabile pentru apă. Cu porozitate redusă sau medie. Puțin permeabile, ca atare. Foarte permeabile pe rețele de fisuri și pe goluri.
	5. Sedimentare cristalizate, solubile chimic.	1. Sulfați (gips) Anhidrit. 2. Cloruri : sarea gemă.	Nu absorb apa sau o absoarb mărindu-și volumul. Absorb apa.

Scanned with OKEN Scanner

ANEXA 4 (continuare)

1	2	3	4
Absorb puțin sau ceva mai mult apa. Viteza undei elastice seismice 2000–5000 m/s. Rezistivitatea electrică 10^6–10^{17} ohmi/cm³ (sare gemă). Ca terenuri de fundație suportă favorabil construcțiile de greutăți medii sau, în anumite cazuri și construcțiile grele. Sarcini admisibile 5–15 kg/cm². În exploatări subterane admit taluzuri drepte, apropiate de verticală, sau chiar verticale, în funcție de gradul de alterare, fisurare și rezistență.	6. Necristalizate, cimentate, în majoritatea lor sedimentare.	1. Tufuri vulcanice.	Poroase. Greutatea specifică 1,2–1,5 .
		2. Detritice : gresii, conglomerate și brecii cu ciment slab, șisturi argiloase.	Putere de absorbție medie. Puțin permeabile.
		3. Silicioase : pietrișuri cimentate, argile silicioase compacte.	Cu pori fini greutate specifică 1,2–2,0.
		4. Carbonați : calcare argiloase, cretă, calcare organogene, tufuri calcaroase.	De la fin-poroase pînă la vacuolare.
		5. Organogene : cărbuni, șisturi bituminoase.	Absorb puțin apa; puțin permeabile ; sînt caustobiolite.
Grupa C *Roci moi, cu granule mici, consolidate, plastice* Foarte compresibile la presiune și uscare prin diminuarea porozității și eliminarea apei. Procesul de comprimare are loc încet. Rezistența scade cu creșterea umidității; duritatea de asemenea (f=0,8–1,5). Se pretează la exploatare mecanică și manuală. Porozitatea (cînd sînt uscate): 40–55%. Viteza undei elastice seismice : 1300–1700 m/s. Rezistivitatea variază cu porozitatea, umiditatea și prezența de săruri. Ca terenuri de fundație depind de umiditate și compactitate. Sarcina admisibilă 0,5–6 kgf/cm².	7. Argile practic impermeabile. Absorb foarte mult apa, au proprietăți capilare importante și sînt foarte plastice. După compoziția granulometrică sînt caracterizate prin predominarea fracțiunilor argiloase (cele sub 0,005 mm sînt în proporție de 33%).	Argile grase grezoase, micacee, marnoase etc. de origine marină, glaciară, eluvială, deluvială, aluvionară. Au pori fini de mărime diferită. Compactitatea lor depinde de geneză, vîrstă, compoziție și modul de zăcămînt.	Umede, dau tasări plastice, grosimea tasării depinzînd de presiune și umiditate (după curba de comprimare).
	8. Pămînturi argiloase. Sînt puțin permeabile, absorb puternic apa, au proprietăți capilare importante și plasticitate medie. Compoziția granulometrică : predomină elementele psefitice (asupra celor pelitice) : 10–33% particule cu diametrul de 0,005 mm.	Pămînturi argiloase de origină aluvială, deluvială și eluvială. Au pori fini, uneori mai mari. De obicei se înmoaie (la apă).	Cînd sînt umezite și supuse la eforturi de compresiune, se tasează datorită compactizării structurii.
	9. Loess și pămînturi argiloase cu aspect de loess. Au permeabilitate medie. Absorb apa. Compoziția granulometrică : predomină elementele pelitice. (∅ 0,005–0,05 mm) ; elemente sub 0,005 ∅ 10–33%.		

Scanned with OKEN Scanner

Cuprinsul studiului geologic tehnic pentru baraje

I. Introducere. Scopul lucrării.

II. Considerații generale.

A. Condiții morfologice :

— delimitarea bazinului hidrografic ;
— tipuri de văi ;
— orientarea văilor ;
— forme de relief morfostructurale, morfosculpturale și acumulative.

B. Geologia generală a zonei

— stratigrafia, cu considerații petrografice
— tectonica

C. Procese geologice dinamice externe

— ablația
— eroziunea
— sufozia
— carstul
— deplasări de teren

D. Seismicitatea regiunii

III. Lacul de acumulare

A. Condiții morfologice

— poziția lacului față de văile vecine
— descrierea versanților și a văii

B. Condiții geologice

— petrografia versanților
— tectonica (relațiile dintre versanți și stilul tectonic, în raport cu permeabilitatea rocilor și cotelor văilor vecine)

C. Condiții hidrogeologice

— permeabilitatea rocilor
— apariții de izvoare în versanți
— apele subterane
— fenomene de subinundare
— posibilități de pierdere spre văile vecine (în legătură cu tectonica)

D. Procese geologice dinamice

— eroziune
— dizolvări
— deplasări de teren
— acțiunea valurilor asupra versanților

Scanned with OKEN Scanner

IV. Amplasamentul barajului

A. Condiții morfologice

B. Condiții geologice

— stratigrafia
— petrografia
— tectonica
— microtectonica (grad de fisurație)

C. Condiții hidrogeologice

— comportarea rocilor la acțiunea apelor
— permeabilitatea rocilor
— apariții de izvoare în versanți
— ape subterane
— încercări de permeabilitate (absorbție specifică)
— pierderi prin infiltrații pe sub baraj și prin versanți
— agresivitatea apelor
— alimentare cu apă

D. Proprietățile fizico-mecanice ale rocilor din zona de fundație și încastrare :

— coeficientul de frecare rocă-beton
— determinarea coeficientului de compresibilitate (capacitate portantă)
— determinarea modulului lui Yaung
— alte proprietăți fizico-mecanice care prezintă interes (vezi cap. I)

E. Materiale de construcție

— cariere cercetate
— descrierea proprietăților fizico-mecanice ale rocilor folosite ca agregate pentru betoane și piatră de construcție.
a) agregate naturale (balast-nisip)
b) agregate concasate (calcar-andezit etc.)
— cariere propuse pentru exploatare cu indicarea rezervelor

V. Lucrări de explorare și încercări de teren efectuate

— motivarea executării lucrărilor
— ordinea de executare a lor
— lucrări miniere
— foraje
— injecții experimentale pentru reducerea pierderilor prin infiltrații și îmbunătățirea terenului de fundație cu indicarea rețetelor optime de injectare, distanțe, presiuni, ordine de execuție
— încercări cu presa plată
— determinarea coeficientului de frecare rocă-beton

Scanned with OKEN Scanner

VI. Prospecțiuni geofizice și rezultate obținute

VII. Încercări de laborator și rezultate obținute

VIII. Bogății miniere privind în special cota la care se găsesc acestea față de cota retenție maximă, stilul tectonic și permeabilitatea rocilor

IX. Considerații speciale bazate pe interpretarea complexă a condițiilor hidrogeologice, geologice, morfologice și proprietățile fizico-mecanice ale rocilor

X. Concluzii și recomandări privind tipul de baraj recomandat, modul și ordinea de execuție a lucrărilor și măsurilor ce trebuie luate pentru îmbunătățirea condițiilor naturale ale terenurilor în care se realizează construcția, spre a se asigura o bună exploatare

Scanned with OKEN Scanner

BIBLIOGRAFIE

1. *Abrin T.*, Curs general de lucrări de artă, Litografia institutului de căi ferate, București, 1950.
2. *Аравин В. И.* и *Нумеров С. Н.* Фильтрационные расчеты гидротехнических сооружений, Госиздат »Советская Наука«, Москва, 1948.
3. *Аскаланов В.*, Электрический метод осушения глинистых грунтов, Госиздат »Советская Наука«, Москва, 1953.
4. *Atanasiu I.*, Cutremurele de pămînt din Romînia, București, Editura Academiei R.P.R., 1961.
5. *Atanasiu D., Mătăsaru T., Craus I.*, Manual de căi de comunicații terestre, Litografia și tipografia Învățămîntului, București, 1960.
6. *Botzan M., Haret C.*, Probleme de irigații și desecări ale Cîmpiei Bărăganului, Editura Academiei, București, 1959.
7. *Bozil V.*, Traité d'irrigation — C. Eyralles — Paris, 1952.
8. *Baurgin A.*, Cours de calcul des barrages, Ed. Masson, Paris, 1959.
9. *Băncilă I., Diaconu A., Georgescu M., Rădulescu D.*, Les condition de fondation d'un barrage dans les flych des Carpathes orientales., Imp. Gauthier-Villars, Paris, 1961.
10. *Belii C. D., Bindeman N. M.*, Studii tehnice geologice pentru structurile hidroenergetice (traducere din limba rusă), Ed. Energetică de Stat, București, 1952.
11. *Bemewitz M. W.*, Handbook for Prospectors Mc Graw Hill Book Co., New York, 1959.
12. *Bendel L.*, Ingineurgeologie, Teil I und II, Springer Verlag, Wien, 1948.
13. *Bercu M.*, Consolidarea terasamentelor de cale ferată cu pungi de balast. Editura transporturilor și telecomunicațiilor, București, 1960.
14. *Bleahu M.*, Captarea carstică și importanța ei pentru evoluția morfologică a regiunilor carstice, Probleme de geografie, vol. V, 1957.
15. *Blidaru V.*, Irigații, Editura Agro-silvică de stat, București, 1954.
16. *Blidaru V.*, Desecări, Editura Agro-silvică de stat, București, 1956.
17. *Blitz E., Pop R.*, Hidraulica, construcții hidrotehnice, alimentări cu apă și canalizare, Editura de stat didactică și pedagogică, București, 1961.
18. *Blitz E., Melzer A., Trofin P.*, Alimentări cu apă, ESAC, București, 1958.
19. *Bonte A.*, Introduction à la lecture des cartes geologiqués, ed. II, Ed. Masson, Paris, 1953.
20. *Brown C. B.*, Sediment complicates flood control, U. S. Dep. of Agric., Washington, 1957.
21. *Brune G. M.*, Geologie investigation of Lams sites by the S.C.S. — Amer. Geoph. Union Washington, 1957.
22. *Buiu E.*, Curs general de poduri și poduri de lemn, Litografia Institutului de căi ferate, București, 1958.
23. *Буялов Н. У.*, Структурная геология, Госгеолтехиздат, Москва, 1960.

Scanned with OKEN Scanner

24. *Caldwell Y. M.*, Sending Methods for Sedimentation Studies, Soc. of. Civil Engineers, New York, 1952.
25. *Cerkasov A. A.*, Amelioraţia şi alimentarea cu apă în agricultură, Ed. Agro-Silvică de stat, Bucureşti, 1954.
26. *Chiriţă I.*, Pedologie, Editura tehnică, Bucureşti, 1953.
27. *Constantinescu F., Bernfeld D.*, Cedarea barajului Malpasset în amonte de localitatea Frejus (Franţa), hidrotehnica ASIT Nr. 7, Bucureşti, 1961.
28. *Cornea I.*, Rolul experimentului în cunoaşterea ştiinţifică, Editura Ştiinţifică, Bucureşti, 1961.
29. *Craus I., Dorobanţu S.*, Studiul şi proiectarea drumurilor, Litografia şi Tipografia Învăţămîntului, Bucureşti, 1957.
30. *Creager W., Justin J. and Hind J.*, Engineering for dams, I, II, III, New York, 1945.
31. *Crasu V.*, Contribuţiuni la studiul apelor minerale din ţară, Buletinul Societăţii Ştiinţifice, Bucureşti, vol. XXIV.
32. *Cayne E.*, Leçons sur les grands barrages, Ed. Masson, Paris 1943.
33. *Dann W. L. and Shimer J. A.*, Graphic Methods in Structural Geology, Appleton Century Crafts Inc., New York, 1959.
34. *Dandurov M. I.*, Tunele de căi de comunicaţie (traducere din limba rusă) OPED CFR Bucureşti, 1949.
35. *Dapples E.*, Basic Geology for Science and Engineering, John Willey et Sons Inc., New York, 1959.
36. *Davis C.*, Handbook of applied hidraulics Harper et Brothers, New York, 1952.
37. *Денисов Н. У.*, Строительные свойства лессов и лессовидной пыли, Госиздат »Советская Наука«, Москва, 1958.
38. *Денисов Н. У.*, О характере явлений обвалов в лессах и в суглинках, Госиздат »Советская Наука«, Москва, 1946.
39. *Derkaviè Br.*, Gealašici sastav i tektonski sklop šire analine Ulcinja, s maročitin asortom na hidrogeološku problematiku avag dela, Vadoprivreda Jugoslavije, Beograd, 1960.
40. *Desio A.*, Geologia aplicatta alla'ingengneria, Milano, 1960.
41. *Флорин Н.*, Исследования оснований под гидротехнические сооружения, Стройиздат, Москва, 1948.
42. *Fritsch V.*, Geoelektrische Baugrunduntersuchung, VEB Verlag für Bauwesen, Berlin, 1960.
43. *Фурман Н.*, Геологические стройки по сведениям бурений, Гостехиздат, Баку-Ленинград, 1948.
44. *Galinin K. P.*, Materiale de construcţii din piatră de calcar, ESAC, 1955.
45. *Georgescu M.*, Tehnologia materialelor de construcţii, Ghid de laborator, Ed. Inst. de căi ferate, Bucureşti, 1958.
46. *Gheniev N. M., Abramov N. N., Pavlov N. I.*, Alimentări cu apă (traducere din limba rusă) Editura MCIMC, 1953.
47. *Gignoux M. et Barbier H.*, Geologie de barrages et amenagements hidrauliques. Ed. Masson, Paris, 1958.
48. *Gledev I., Stanislav R.*, Budewnictwe wodne w abszarach krasowyech w Jugoslawii, Guspodarva wedna — Varş., 1960.
49. *Goguel I.*, Traité de tectonique, Ed. Masson, Paris, 1952.
50. *Goguel I.*, Application de la géologie aux travaux de l'ingenieur. Ed. Masson, Paris, 1959.
51. *Горбунов-Посадов М. И.*, Осадки фундаментов на слое грунта, подстилаемом скальным основанием, Стройиздат, Москва, 1946.
52. *Gordon F., Geyer I.*, Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung, R. Oldenbourg, München, 1961.

Scanned with OKEN Scanner

53. *Gradin V.*, Fenomene legate de acțiunea fizico-chimică a apelor subterane la terasamente, Editura căilor ferate, București, 1958.
54. *Grișin M. M.*, Construcții hidrotehnice (traducere din limba rusă) vol. I și II, Editura tehnică, București, 1958.
55. *Grudke G.*, Die Bedeutung des Klimas für den industriellen Standor VEB Geographisch — Kartographische Anstalt, Gotha, 1955.
56. *Hila V.*, Proiectarea căilor ferate, Editura de stat Didactică și Pedagogică, București, 1961.
57. *Holmes A.*, Principles of Phisical Geology Mc Graw Hill Publ. Co., London, 1946.
58. *Ingerson E.*, Clays and clay minerals Pergaman Press, London, 1960.
59. *Kägler Fr.*, Baugrund und Bauwerk, Berlin, 1939.
60. *Kallbrunnen F.*, Fundation und Konsolidation, Zürich, 1955.
61. *Karpoff R.*, Les nappes de la craie, L'eau M. 25, Paris, 1961.
62. *Keil K.*, Der Dammbau, Springer Verlag, Berlin, 1954.
63. *Klențov A.*, Consolidarea alunecărilor plastice și structuro-plastice prin ardere și încălzire (traducere din limba rusă) Ed. căilor ferate, București, 1958.
64. *Kosmenko A. S.*, Combaterea eroziunii solurilor, Editura Agro-Silvică, București, 1956.
65. *Köster E.*, Mechanische Gesteins- und Bodenanalyse, R. Oldenbourg, München, 1960.
66. *Krynin D. P., Judd W. R.*, Principles of engineering geology and geotehnics, Mc Graw, Hill, Publ. Co., New York, 1953.
67. *Kuparadze Gr. Z.*, Îndrumătorul economistului (traducere din limba rusă) Institutul de Documentare tehnică, 1962.
68. *Ланидзе В. И.*, Просачивания в трещинных породах Госэнергоиздат, Москва, 1959.
69. *Legget F. R.*, Geology and Engineering, Mc Graw, Hill Publ. Co., London, 1959.
70. *Lehr H.*, Fundații, vol. I., ed. II-a, Editura tehnică, București, 1958.
71. *Lehr H.*, Procedee de fundații fizice și mecanica solului, Editura tehnică București, 1950.
72. *Levi I.*, Dinamica cursurilor de apă — Editura tehnică, Buc., 1951.
73. *Linsley R. K.*, Hydrology for engineers Mc. Graw, Hill Book, New York, 1958.
74. *Levi R.*, Cours de chemins de fer, Léau Eyrolles, Paris, 1936.
75. *Manoliu A. I.*, Regularizări de rîuri și căi navigabile interioare, Editura tehnică, București, 1953.
76. *Masanyi E.*, Vizeröniüvek és vizintak, Budapest, 1960.
77. *Matkevici V. V.*, Sarcinile de bază ale construcției hidrotehnice pe anii 1959—1965 și progresul tehnic în construcția sistemelor de irigare și inundare în construcții., Bul. documentar informativ CSA., București, 1961.
78. *Mătăsaru T.*, Balastiere și cariere, Editura tehnică, București, 1958.
79. *Meyer A. F.*, Trinkwasser aus Talsperren, R. Oldenbourg, München, 1937.
80. *Mitran G.*, Curs general de căi ferate, Ed. Inst. de Căi ferate, București, 1955.
81. *Nevin C. N.*, Principles of. Structural Geology, John Willey et Sons, New York, 1959.
82. *Nicolau V., Ionescu Gr.*, Curs general de poduri, Editura de Stat Didactică și Pedagogică, București, 1961.
83. *Oncescu M.*, Geologia R.P.R. ed. II-a, Editura tehnică, București, 1958.

Scanned with OKEN Scanner

84. *Pascenco B. V.*, Apărarea terasamentelor de cale ferată cu pungi de balast, (traducere din limba rusă), Editura transporturilor și telecomunicațiilor, București, 1960.
85. *Pavlin B.*, Réalisation du bassin d'accumulation de Pernea dans le Karst dinarique, Dup. Gauthier, Villars, Paris, 1961.
86. *Peltier R.*, Manual du laboratoire routier, Ed. Dunod, Paris, 1955.
87. *Попов Т. В.*, Вскрытие карьер, Госиздат »Советская Наука«, Москва, 1958.
88. *Попов Т. В.*, Инженерно-геологические исследования на гидроэнергическом строительстве, Журнал »Гидротехническое строительство«, № 6, Москва.
89. *Prieux M.*, Législation des eaux. Eyralles, Paris, 1960.
90. *Приклонски В. А.*, Исследования глин в инженерной геологии, Сообщения конференции, Львов, 1957.
91. *Ravise H.*, Poussée des terres, Ed. Dunod, Paris 1958.
92. *Reich M.*, Grundlagen der angewandten Geophysik für Geologen. Akademische Verlagsgesellschaft Geest und Partig, K. G., Leipzig, 1960.
93. *Réméniéras G.*, L'hydrologie de l'ingenieur Eyralles, Paris 1960.
94. *Renben H. K.*, Soil and Soil Engineering Prentice Hall Inc., New York, 1960.
95. *Семенов М. П.*, Оползневые деформации скалистых пород, Журнал »Гидротехническое строительство« Москва, 1954.
96. *Sinford A.*, Flaw measurement and meters, E. N. Span London, 1961.
97. *Strat N.*, Curs general de căi de comunicație, Litografia Învățământului, Iași, 1957.
98. *Șahuniant G. M.*, Terasamente de cale ferată (traducere din limba rusă) OPED CFR București, 1949.
99. *Talobre J.*, La mecanique des roches, Ed. Masson, Paris, 1957.
100. *Teodorescu P.*, Construcția tunelurilor, Ed. Căilor ferate, București, 1959.
101. *Termier H. G.*, Erosion et sédimentation Ed. Masson, Paris, 1960.
102. *Terzaghi K., Peck R. B.*, Mecanique des sols appliquée Ed. Dunod, Paris, 1961.
103. *Tonini D.*, Elementi di idrografia edidrologia Libreria Universitaria, Veneția, 1959.
104. *Trefethen J. M.*, Geology for Engineers, Princentan, D. Van Mastrand Company Inc., 1959.
105. *Trombe F.*, Les eaux sourterraines, Presses Universitaires de France, Paris, 1951.
106. *Tschapek M. W.*, El agra en el suele., Coleccion Cientifica del IMTA, Buenos Aires, 1959.
107. *Ursescu G., Botez M.*, Curs general de poduri, Litografia Învățământului, Iași, 1956.
108. *Vedenisov N. B., Mitiușin M. T., Stahanov A. N.*, Tratat de construcții de căi ferate, (traducere din limba rusă), OPED CFR București, 1949.
109. *Verdeyen J., Raisin V.*, Stabilité des terres, Sols routiers, soutenements talus, Liége desser, Eyralles, Paris 1955.
110 *Волков В. П.*, Тунели на автодорогах, Госиздат по строительной и архитектурной литературе, Москва, 1950.
111. *Waffenschmidt D.*, Karstameliorationen in Istrien Wasser und Boden M 2 11, Hamburg, 1961.
112. *Wegmann E.*, The design and construction of dams, Mc Graw Hill, New York, 1927.
113. * * * Commission internationale des grands barrages de la Conference mondiale de l'Energie, Septième Congres des grands barrages, Rome, 1961.

Scanned with OKEN Scanner

TABLA DE MATERII

Prefața 3

Cap. I. **Considerații generale asupra rocilor** 5

Cap. II. **Considerații hidrologice și hidrogeologice** 10

Cap. III. **Procese geologice dinamice** 26

Deplasări de teren 37
1. Tipuri de deplasări de teren 38
2. Cauzele deplasărilor de teren 43
3. Clasificarea deplasărilor de teren 46
4. Studiul deplasărilor de teren 48
5. Combaterea deplasărilor de teren 49

Cutremure de pământ 52

Cap. IV. **Noțiuni de geomorfologie** 57

1. Morfosculptura minoră 58
2. Morfosculptuna majoră 60
3. Morfostructura 71

Cap. V. **Metodologia cercetărilor geologice tehnice** 76

1. Cartarea geologică tehnică 79
2. Metodele geofizice folosite în cercetările geologice-tehnice și hidrogeologice 83
3. Lucrări de explorare 87
   Explorarea prin lucrări miniere 87
   Explorare prin foraje 95
4. Lucrări de birou 98
5. Întocmirea studiului geologic tehnic 101

Cap. VI. **Prospecțiunea și explorarea rocilor folosite în industria materialelor de construcții** 103

1. Calcare 105
2. Argile 110
3. Marne 114
4. Gips 116
5. Travertin 118
6. Balast 120
7. Steril ars 123
8. Nisip cuarțos 126
9. Roci pentru placaje 128
10. Roci pentru pavaje 130

Scanned with OKEN Scanner

11. Clasificarea rezervelor 130
12. Calculul rezervelor 133

Cap. VII. **Planuri de amenajare** 142

Cap. VIII. **Baraje** 147

A. Lacul de acumulare 154
B. Amplasamentul barajului 159
1. Relațiile dintre categoriile de roci și tipul de baraj . . . 159
2. Condițiile tectonice ale amplasamentelor de baraj . . . 166
3. Seismicitatea regiunii 170
C. Construcții anexe 170
D. Materiale de construcție 171
E. Considerații speciale 173
F. Lucrări de cercetare 187
G. Întocmirea referatului 188

Cap. IX. **Alimentări cu apă** 190

A. Surse de alimentare 191
B. Captarea apei subterane 192
C. Captarea apelor de suprafață 202
D. Construcțiile anexe pentru transportul apei 204

Cap. X. **Canale navigabile** 206

A. Considerații speciale 208
B. Lucrări de cercetare 212
C. Întocmirea referatului 213

Cap. XI. **Ameliorații**
A. Irigații 215
B. Combaterea sărăturilor 217
C. Desecări 221
D. Întocmirea studiului 222
. 227

Cap. XII. **Drumuri** 229

A. Cercetări geologice tehnice pentru construcția unui drum . . 231
B. Întocmirea studiului 239

Cap. XIII. **Căi ferate** 240

A. Cercetarea geologică a traseului căii ferate 243
B. Întocmirea studiului 255

Cap. XIV. **Poduri** 257

A. Studiile geologice tehnice pentru construcția unui pod . . . 259
B. Întocmirea studiului 263

Cap. XV. **Tuneluri** 264

A. Elementele unui tunel 265
B. Cercetarea geologică tehnică 267
1. Condiții geologice 268
2. Condiții hidrogeologice 272
3. Proprietățile fizico-mecanice ale rocilor străbătute de tunel . 275
4. Stabilitatea rocilor străbătute de tunel 276
5. Emanațiile de gaze 277

Scanned with OKEN Scanner

6. Temperatura 278
7. Materiale de construcție 279
8. Lucrări de explorare 279
C. Întocmirea studiului 280

Cap. XVI. **Construcții diverse** 282

A. Aeroporturi 282
B. Funiculare 285
C. Stîlpi pentru linii de înaltă tensiune 287
D. Traversări de conducte 287

Cap. XVII. **Asistența geologică în timpul execuției lucrărilor de construcții** 288

Cap. XVIII. **Organizarea și planificarea lucrărilor de geologie tehnică** . 299

Anexe 304
Bibliografie 309

Scanned with OKEN Scanner

ERATĂ

Pag.	Rîndul	In loc de:	Se va citi:	Din vina:
92	fig. 64	va fi privită cu galeria orizontală		Editurii
99	20	o formaţiune	formaţiuni	Editurii
126	17	FeO_3	Fe_2O_3	Autorilor
126	25	(maximum 1%)	(maximum 0,1%)	Autorilor
134	1 de jos	$R=\frac{h_1+h_2+h_3+\ldots h_n}{n}$	$R=S\frac{h_1+h_2+h_3+\ldots h_n}{n}$	Tipografiei
136	4	$V_n=S_1\times h_n$	$V_n=S_n\times h_n$	Editurii
137	2	$(R_s=S_1\times H_1\ldots R^u=$ $=S_1\times H_n)$	$(R_1=S_1\times H_1\ldots R_n=$ $=S_n\times H_n)$	Editurii
304	Anexa 1	pachstein	pechstein	Editurii
305	Anexa 2	dolite, terra rossa	oolite, terra rossa	Editurii

Au apărut:

FL. POPEA, L. STECLACI,
M. N. FILIPESCU, A. STECLACI

PROSPECȚIUNEA GEOCHIMICĂ

I. COSTEA, N. BALTEȘ

CORELĂRI STRATIGRAFICE PE BAZA MICROFOSILELOR

Scanned with OKEN Scanner